



UNICAMP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE EDUCAÇÃO

Divulgação Científica: Leituras em classes de ensino médio

Documento apresentado à Faculdade de Educação como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Educação.

Autora: Liliane Castelões Gama

Orientadora: Profa. Dra. Maria José Pereira Monteiro de Almeida

**Campinas – São Paulo
Agosto / 2005**

**BIBLIOTECA CENTRAL
DESENVOLVIMENTO
COLEÇÃO
UNICAMP**

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

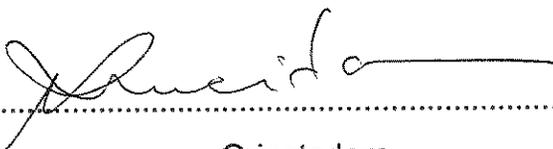
Divulgação Científica: Leituras em classes do ensino médio

Autor: Liliane Castelões Gama
Orientadora: Maria José Pereira Monteiro de Almeida

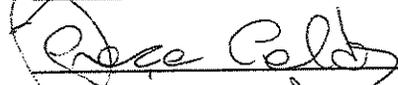
727109000

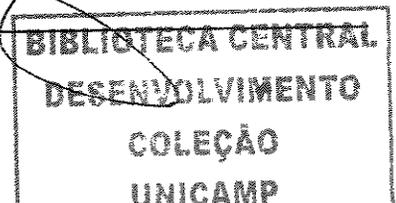
Este exemplar corresponde à redação final da Dissertação defendida por Liliane Castelões Gama e aprovada pela Comissão Julgadora.

Data: 05/08/2005

Assinatura: .....
Orientadora

COMISSÃO JULGADORA:

UNIDADE	BC
AN. CHAMADA	TIUNICAMP
	G14d
V	EX
TOMBO BC/	67198
PROC.	16.123-06
C	<input type="checkbox"/>
D	<input checked="" type="checkbox"/>
PREÇO	11,00
DATA	02/03/06

67198

BIB ID: 375584

Ficha catalográfica elaborada pela biblioteca
da Faculdade de Educação/UNICAMP

G14d	Gama, Liliane Castelões. Divulgação científica : leituras em classes de ensino médio / Liliane Castelões Gama. – Campinas, SP: [s.n.], 2005. Orientador : Maria José Pereira Monteiro de Almeida. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação. 1. Análise do discurso. 3. Ciência. 4. Ensino de segundo grau. 5. Divulgação científica. 6. Leitura. I. Maria José Pereira Monteiro de Almeida. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Educação. III. Título.
	05-141 RP-BFE

Keywords: Discourse analysis; Science; Scientific divulgation; Scientific reading
Área de concentração: Ensino, Avaliação e Formação de professores
Titulação: Mestre em educação.
Banca examinadora: Profa. Dra. Maria das Graças Conde Caldas
Prof. Dr. Pedro da Cunha Pinto Neto
Maria José Pereira Monteiro de Almeida (Orientadora)
Data da defesa : 05/08/2005



UNICAMP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

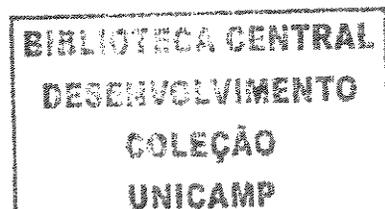
FACULDADE DE EDUCAÇÃO

Resumo

Esta dissertação teve como objetivo analisar o funcionamento da leitura de livros de divulgação científica na escola em condições determinadas. A pesquisa partiu da hipótese de que a diversidade de informações possa abrir o leque de interpretações, possibilitar a contraposição de visões e facilitar a manifestação pelos estudantes de suas opiniões e interesses.

Os livros escolhidos para a pesquisa foram *Isaac Newton e sua maçã* e *Albert Einstein e seu Universo Inflável*. A pesquisa foi realizada em classes dos 1º e 2º anos do ensino médio, de uma escola pública numa cidade do interior do estado de São Paulo.

Os referenciais teóricos que guiaram este trabalho foram os da Análise do Discurso, da escola francesa. A importância que a análise de discurso dá às condições de produção na atividade discursiva, fez com que se considerasse esse referencial adequado para buscar compreender o funcionamento da leitura de divulgação científica em determinadas situações escolares.





UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

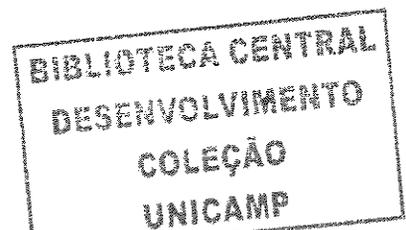
FACULDADE DE EDUCAÇÃO

Abstract

The purpose of this study is to analyze the functioning of the reading of scientific books in school in specific conditions. The research came from the hypothesis that the diversity of information, from different readings, can open up the interpretations, make possible the opposition of visions and facilitate for the students to manifest their opinions and interests.

The books chosen for the research in class were *Isaac Newton and his apple* and *Albert Einstein and his Inslatable Universe*, which are part of the collection *Dead of Fame*. The research was taken in classrooms of a public High School of the interior of São Paulo.

The theoretical assumption of this work is the Discourse Analysis, of the French school. This assumption was considerate adequate to understand the functioning of the scientific reading em specific school situations because of the importance that the Discourse Analysis gives to exteriority, in other words, to conditions of production in a discursive activity



Agradecimentos

À minha orientadora, Maria José, pela compreensão e amizade;

Aos meus familiares e amigos pelos estímulos e por não me deixarem desanimar nos momentos mais difíceis;

À colega de curso Tatiana Lança e família pelo apoio e acolhida nas idas e voltas para a pesquisa na escola;

Aos meus amados filhos, Maíra e Vítor, por todas as alegrias de minha vida.

“Todas as religiões, as artes, ou as ciências são frutos da mesma árvore, cuja única aspiração é fazer a vida do homem mais digna. Ou seja, permitir que o indivíduo se eleve além da simples existência física e seja livre.”

Albert Einstein

“O sentido da escrita é encontrar a leitura. Na academia, a escrita é vista como uma ferramenta para transferir uma idéia. Isso é empobrecedor. A escrita não é uma transferência, é um meio de trocar idéias. Bom escritor é aquele que faz o leitor descobrir sua própria inteligência.”

Eugênio Bucci

Sumário

<u>Resumo</u>	v
<u>Abstract</u>	vii
<u>Sumário</u>	xiii
<u>Introdução</u>	1
<u>Escola</u>	3
<u>Livros</u>	4
<u>Objetivos e questões de estudo</u>	8
<u>I – Ciência e divulgação científica</u>	11
<u>Ciência na mídia</u>	13
<u>Discurso científico, de divulgação científica e o conhecimento escolar</u>	17
<u>Divulgação científica</u>	19
<u>Conhecimento escolar</u>	23
<u>Livros: divulgação científica e literatura</u>	26
<u>Biografias</u>	28
<u>Relação entre ciência e literatura</u>	30
<u>II- Análise de discurso como suporte teórico-metodológico</u>	33
<u>Formações discursivas e ideológicas</u>	35
<u>Múltiplos sentidos</u>	37
<u>Concepções de leitura</u>	38
<u>Leitura em situações de ensino</u>	40
<u>Escrita e a constituição discursiva</u>	43
<u>III – Procedimento de obtenção e análise das informações</u>	45
<u>Turmas</u>	45
<u>Primeira etapa da pesquisa</u>	47
<u>Segunda etapa da pesquisa</u>	51
<u>Observações sobre os alunos</u>	54
<u>Condições de produção: turma A</u>	57
<u>Condições de produção: turma B</u>	60
<u>Condições de produção: turma C</u>	64
<u>Os bilhetes</u>	66
<u>Leitura e mediações</u>	69
<u>Física e história</u>	72
<u>Manifestações pessoais</u>	76
<u>Desenhos</u>	78
<u>Os diálogos em classe</u>	83
<u>O escrever sobre a ciência</u>	91
<u>Interesses de Leitura</u>	95
<u>Considerações finais</u>	97
<u>Referências Bibliográficas</u>	101
<u>Anexos</u>	106

Introdução

O baixo índice de leitura entre os brasileiros é um problema que vem se arrastando há muitos anos, apesar da mobilização de professores e de alguns pesquisadores na busca de alternativas para a formação do leitor. Na esfera governamental são criados e recriados programas e desenvolvidas campanhas para estimular a leitura. Na maioria das vezes essas iniciativas são apenas paliativas e, portanto, não são capazes de alterar esta realidade.

Dados estatísticos, como a pesquisa “Retrato da Leitura no Brasil”, realizada em 2001 pela Câmara Brasileira do Livro, demonstram que ainda há muito o que se fazer. Naquele ano, no Brasil, 61% dos adultos alfabetizados não tinham nenhum ou muito pouco contato com livros e de cada 10 não-leitores, sete tinham baixo poder aquisitivo.

Segundo esse levantamento, o público de leitores brasileiros, em 2001, era de 26 milhões de pessoas e nada menos do que nove milhões não liam, seja porque não tinham dinheiro para gastar com livros ou por falta de acesso a bibliotecas ou livrarias. Não é à toa que a compra per capita de livros não-didáticos, naquele ano, por adulto alfabetizado foi de 0,66%, ou seja, menos de 1% ao ano.

É claro que esses números não retratam apenas o perfil do leitor brasileiro, normalmente taxado como aquele desinteressado pela leitura, pois é preciso perceber que a problemática vai além da simples discussão pelo gosto ou não pela leitura, mas envolve todo o contexto sócio-cultural-econômico da sociedade brasileira.

Compartilho com um universo variado de profissionais da preocupação em relação à formação do leitor. Ao assumir os compromissos do exercício da minha profissão como jornalista, sinto-me, de alguma forma, também responsável em oferecer os alicerces dessa formação. A meu ver não cabe apenas contribuir para aquisição do hábito de leitura ou dar condições para que o leitor sinta prazer nesta atividade. Esses normalmente são os objetivos dos programas de incentivo à leitura, no entanto, o que considero mais importante e que comumente não é foco desses debates, é como auxiliar na constituição de leitores críticos.

Parto da premissa que o indivíduo só se torna cidadão, considerando toda a amplitude do significado da palavra, quando possui consciência de sua participação social. A linguagem inquestionavelmente permeia todas as práticas sociais e comunicativas, uma vez que essas se formam na interação entre os homens. Sendo assim, o indivíduo certamente está mais apto para as diferentes práticas sociais e para exercer a sua cidadania quando se situa nos diversos contextos, e

em nossa sociedade para isso, necessariamente, é preciso saber ler. A participação nos mundos da escrita, o que implicitamente traz como fundamental os gestos de leitura, é condição básica para a concretização da cidadania.

Da amplitude da questão da formação do leitor, parto para uma mais específica, a do leitor de ciência. Considero que formar um leitor de ciência é preparar o cidadão para a compreensão dos significados desta instituição, das suas limitações e do seu potencial de ação na sociedade. As variadas maneiras de divulgar a ciência para um número cada vez maior de não especialistas nessa área têm entre seus objetivos a formação de alguém que saiba ler ciência. Na minha opinião, uma das melhores definições deste tipo de leitor é dada por Orlandi (2001a:28) quando afirma que ser leitor de ciência é “saber se constituir sujeito, que possa fazer parte da massa crítica”.

A importância de formar o leitor de ciência, como ressalta a autora, não é de incentivar que esses indivíduos assumam o lugar de cientista, embora sempre haja a expectativa de que as leituras despertem o interesse de alguns jovens e façam com que esses resolvam no futuro seguir profissões das áreas científicas. O que é mais relevante no processo de interação do leitor com a ciência é a possibilidade do indivíduo se relacionar com o lugar da ciência, possuindo as condições necessárias de ser crítico do processo de produção dessa instituição.

Vale frisar que o desenvolvimento econômico e social de nossa sociedade é definido pela sua capacidade de produzir ciência, portanto, é importante que os cidadãos possam se posicionar em relação às decisões políticas e administrativas que operam a engrenagem do sistema de ciência e tecnologia do país. É claro que apenas ter acesso às informações não é o suficiente para que o cidadão se torne um ser crítico e participativo da sociedade, pois muitas das decisões extrapolam o conhecimento técnico-científico e estão na esfera política da organização social.

Contudo, a compreensão mínima dos fatos científicos e tecnológicos pode auxiliar o indivíduo a tomar decisões comunitárias, como, por exemplo, opinar sobre a construção de uma indústria poluidora em seu bairro, a implantação de uma usina nuclear ou o destino de resíduos domésticos, e mesmo para ter condições de fazer escolhas individuais, tais como decidir se irá ou não consumir um alimento transgênico.

Em resumo, ao me preocupar com a formação de leitores de ciência estou interessada em contribuir para a formação de cidadãos que tenham conhecimento suficiente para compreender e questionar a ciência de seu tempo, consciência da necessidade de relacionar os avanços tecnológicos ao contexto histórico-social em que vivemos, entendam notícias de teor científico e

saibam lidar com informações do campo científico como é necessário que lidem com as de qualquer outra área.

Escola

A escola não é o único lugar onde convém estimular a formação do leitor, no entanto é um dos mais apropriados. Afinal, nesta instituição os indivíduos passam muito tempo e nela deve haver trocas culturais que lhes propiciem o aprofundamento e a reflexão sobre variados saberes, além de dever oferecer mecanismos para que o estudante possa relacionar os diversos conhecimentos a fim de alcançar a maior compreensão do mundo.

E no cumprimento desses deveres, não pode ser exclusivamente uma ou outra disciplina responsável pela interação do estudante com a leitura, mas todas, sem distinção, precisam pensar nas formas possíveis de incluir a leitura em seus projetos pedagógicos. Defendo a tese de que todo professor, independente da disciplina que ensina, é um professor de leitura.

Outro fato que torna a escola local privilegiado para estimular a leitura é que muitos estudantes só têm acesso a livros no ambiente escolar. A maioria das famílias brasileiras não tem condições econômicas para adquirir livros, o que faz com que os estudantes, em muitos casos, só leiam o material disponível em sala de aula. Além disso, como afirmam Chaves e Machado (2005), a educação escolar é responsável pela formação de sujeitos críticos, que dominem certas linguagens e que possam portanto estabelecer leituras de mundo.

Especificamente, sobre a leitura científica, a dependência com a escola ainda é maior por ser ela o lugar institucional de ensino da ciência, embora freqüentemente a maneira como esta é ensinada afaste os estudantes do gosto por conhecimentos de natureza científica. É bom destacar que, ao considerar a escola como um local indicado ao desenvolvimento da leitura entre os estudantes, não estou deixando de lado atividades desenvolvidas na família e a divulgação nos meios de comunicação.

Na realidade, percebo a importância de desenvolver no ambiente escolar o interesse dos estudantes pela leitura como passo importante para a formação do leitor de matérias sobre ciência. Acredito que o indivíduo motivado a partir dos contatos com a leitura que teve na escola, quando sair da fase de escolarização, poderá se tornar mais interessado por assuntos relacionados à ciência.

Se isso ocorrer, esse indivíduo, provavelmente, se manterá atualizado sobre os desenvolvimentos da ciência, procurando informações através da mídia e das mais variadas leituras.

Basicamente este trabalho se propõe a refletir sobre o funcionamento da leitura de divulgação científica. Mas por que observar esse funcionamento em sala de aula, já que outros locais poderiam ser considerados mais apropriados para tal finalidade? A escolha de analisar a leitura de divulgação científica no ambiente escolar se deu, além das razões já mencionadas, por compreender a escola como um espaço institucionalizado, onde vários grupos convivem, numa interação de diferentes discursos.

Ao me apoiar na leitura feita em ambiente escolar tenho o propósito de aproximar a escola de uma situação que pode ocorrer fora dela, seja através do convívio familiar ou pela influência dos meios de comunicação. A escola não está isolada da sociedade, e como outras instituições não é neutra, ou seja, há um papel político na sua existência e em tudo que nela ocorre. Dessa forma, o planejamento do ensino não pode deixar de levar em conta as características da sociedade em que está inserida.

Assim, acredito que a leitura na escola precisa estar associada às outras formas de leitura possíveis no dia-a-dia dos cidadãos. Além de considerar o contato dos estudantes com a ciência não sendo restrito ao espaço escolar, a escola necessita aceitar a premissa de que os estudantes são produtores de sentidos, dentro e fora das salas de aulas. E que a circulação desses sentidos é simultânea.

Para analisar o funcionamento da leitura de divulgação científica na escola parto do princípio que essa leitura pode ou não alcançar seus objetivos, uma vez que dependerá das suas condições de produção. Além disso, é bom ressaltar que esta pesquisa trata de um momento de leitura, não sendo possível afirmar se os estudantes continuarão ou não lendo sobre ciência.

Livros

Pressuponho que livros diversificados e diferentes dos usados habitualmente em sala de aula possam contribuir de alguma maneira para a formação de leitores. Não é minha intenção neste trabalho desenvolver uma análise sobre os livros didáticos e, mesmo porque, o funcionamento desse recurso vem sendo bastante estudado no campo da educação. Como bem lembra Silva (2002:48) as práticas pedagógicas se efetivam com o uso de diferentes recursos como softwares,

internet, imagens, materiais práticos e experimentais. Mas sem dúvida, o texto escrito, e em particular o livro didático, é um dos elementos fundamentais da medição escolar e na maioria das vezes determina a seleção dos conteúdos a serem administrados em sala de aula.

O livro didático, como afirmam Silva e Almeida (1998:147), não representa apenas a fonte dos textos utilizados nas aulas, seu uso está relacionado à própria estruturação das atividades de ensino em que se encontram professores e alunos. “Ele está relacionado à seqüência das aulas, ao que o professor diz, como diz, o que faz e como faz”.

Mesmo quando não é utilizado diretamente em classe, o livro didático serve como referência para o professor, seja na elaboração de exercícios ou leituras complementares. Especificamente na escola onde desenvolvi esta pesquisa, pude acompanhar algumas aulas em que o procedimento dos professores foi de copiar na lousa exercícios de física e texto sobre a Segunda Guerra Mundial, respectivamente, nas disciplinas de física e história.

O que considero mais importante que a discussão sobre o uso do livro didático é o modelo de leitura habitualmente utilizado em sala de aula. Este modelo, no caso de aulas relacionadas ao ensino de ciências, pressupõe que a ciência deva ser ensinada exclusivamente em aulas de ciência para que ocorra a apropriação do conhecimento científico. E para tal o professor apresenta a sua interpretação como única.

Nesta pesquisa, parto da hipótese de que a diversidade de informações a partir de outras leituras, tais como de textos de divulgação científica, possa abrir o leque de interpretações, possibilitar a contraposição de visões e facilitar a manifestação pelos estudantes de suas opiniões e interesses.

Os livros escolhidos para a pesquisa em sala de aula foram *Isaac Newton e sua maçã* e *Albert Einstein e seu Universo Inflável*, os quais fazem parte da coleção Mortos de Fama, da editora Companhia das Letras. Os livros são biografias dos cientistas, que narram, respectivamente, a vida desde o nascimento de Newton e Einstein, processos de formulações de suas leis e as repercussões de suas descobertas científicas.

O primeiro motivo para a escolha desses livros foi o fato deles serem considerados livros que tratam de ciência de uma maneira mais atraente para os leitores, sendo agrupados entre os livros de divulgação científica. Trabalhos como os de Ricon e Almeida (1991) e Almeida (1998) justificam a escolha desses textos principalmente porque são de linguagem simples e fornecem espaço às discussões e argumentações. Salém e Kawamura (1996) destacam os objetivos dos livros

de divulgação científica de atrair o leitor para o mundo da ciência, divulgar a ciência a um público amplo e permitir ao leitor algo mais ligado ao prazer, que ao dever.

Por que Newton e Einstein? Dada a importância desses cientistas para o desenvolvimento de uma ciência, no caso, a física. Pois ambos são considerados ícones em seu campo de conhecimento. A contribuição de Einstein para o desenvolvimento da ciência foi mais uma vez reconhecida, com homenagem a ele, em 2005, no Ano Mundial da Física, devido ao centenário da publicação de seus trabalhos.

Por outro lado, meu interesse foi de expandir o conhecimento científico para além das fronteiras da disciplina física. Como os livros continham conteúdos dessa disciplina e os alunos do ensino médio têm essas aulas no currículo e, portanto, já poderiam estar familiarizados com certos procedimentos de trabalhar o tema, resolvi fazer a pesquisa com classes do 1º e 2º anos do ensino médio.

Pelo fato, de não ter me preocupado com o aprendizado do conteúdo da física propriamente dito, optei por verificar o funcionamento desses livros em aulas de outras disciplinas, no caso história e geografia. Procurei, nas seleções dos trechos dos livros, que as leituras fossem de episódios sobre a ciência e sobre o movimento histórico da época. O fato dos livros serem biografias, em que os autores dão tanta importância às narrativas dos fatos quanto às idéias e ao contexto histórico daquelas vidas, facilitou esse procedimento.

Trabalhos como os de Ricon e Almeida (1991); Almeida e Ricon (1993); Almeida (1998); Silva (1997); desenvolvidos na área de ensino de física utilizando textos de divulgação científica, também não se preocuparam exclusivamente com a aprendizagem de conteúdo da disciplina física. Assim, como me proponho neste trabalho, esses autores deram ênfase à leitura.

A partir das orientações dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental, que recomenda a incorporação de uma variedade de textos no ensino de ciências, Martins et al (2005) analisaram a inclusão de textos de divulgação científica em livros didáticos de ciências. A conclusão foi de que os textos de divulgação científica poderiam ser mais explorados, no sentido de efetivar a complementação dos conteúdos tratados no livro didático, no que diz respeito às possibilidades de trazer conteúdos atuais, contextualizados e evidenciar o caráter interpretativo da atividade científica.

Alveti (1999), em sua dissertação de Mestrado, procurou demonstrar que outros materiais didáticos, no caso, artigos de revistas de divulgação científica, podem auxiliar os formadores de

professores de física do ensino médio na tarefa de mudar a prática pedagógica. O autor concluiu que materiais alternativos aos livros didáticos possam ser utilizados de forma dirigida e sistemática no âmbito escolar, contrariando concepções do senso comum de que apenas serviriam para “ilustrar” aulas de ciências ou simplesmente completar os conteúdos.

Em outro trabalho Martins et al (2004) mostram como textos de divulgação científica podem funcionar como elementos motivadores ou estruturadores da aula; organizadores de explicações; desencadeadores de debate e contextos para a aquisição de novas práticas de leitura, estabelecendo relações com o cotidiano dos alunos, ampliando seu universo discursivo, e permitindo ressaltar aspectos da natureza da prática científica.

Rosa e Terrazan (2001) afirmam que a utilização de textos extraídos de revistas de divulgação científica no ensino de ciências naturais é importante porque torna possível abordar noções e conceitos científicos numa linguagem acessível aos alunos. Os autores acrescentam que o uso desses tipos de textos em sala de aula cria possibilidades de se melhorar a situação do ensino de ciências nas séries iniciais, já que propiciam ao educando a construção de conhecimento científico-tecnológico.

Estudos de Chaves e Machado (2005), como de Terrazan (2000), apontam, como favorável, a característica dos textos de divulgação científica de não terem preocupação didática explícita, nem com critérios de leitura, com pré-requisitos conceituais ou seqüências de conteúdos. Por outro lado, apesar de considerar os livros de divulgação científica com potencial para serem utilizados em sala de aula, Salém e Kawamura (1996:7) reconhecem algumas limitações: “não são operacionais, falta formalizar, não estão estruturados para uso em sala de aula (...) Tornam difícil a avaliação do aprendizado. Enfim, não são didáticos”.

Não se pode deixar de destacar que normalmente os livros de divulgação científica apelam à curiosidade, dão ênfase aos aspectos fantásticos, são escritos muitas vezes com recursos literários ricos em analogias e metáforas, e recorrem aos diálogos fictícios entre defensores ou opositores de uma teoria. Alguns desses livros, como apontam Moura e Canalle (2001), reforçam mitos e controvérsias que cercam alguns cientistas.

Aspectos negativos como esses também estão presentes nos livros escolhidos para esta pesquisa. Outras críticas que podem ser feitas aos livros utilizados nesta pesquisa são a perspectiva reducionista para maior aproximação com o leitor, visão distorcida da ciência, uso excessivo de

humor reforçando o estereótipo do cientista, contexto bastante ficcional e enaltecimento dos personagens principais denegrindo a imagem dos outros cientistas.

Esta última crítica está bastante associada ao tipo de gênero dos livros – biografia. Devemos admitir que as biografias têm como finalidade mostrar a experiência de vida de um personagem e, na maioria das vezes, enaltecendo-o. Ao trabalharmos com biografias não podemos esvazia-las do seu conteúdo, mas devemos ter a preocupação de destacar esses aspectos aos leitores. Apesar das distorções históricas e eventuais equívocos na precisão do conteúdo de física que podem ser encontrados nos livros escolhidos para a pesquisa, acredito que tudo isso não chegou a comprometer a atividade de leitura, que foi o principal objetivo deste trabalho.

Objetivos e questões de estudo

O objetivo principal deste trabalho foi analisar o funcionamento da leitura de divulgação científica na escola em condições determinadas. Ao procurar compreender esse funcionamento, busquei indicadores de como este tipo de leitura pode produzir sentidos em classes do ensino médio. Dessa forma, foi também meu interesse indicar possibilidades para a leitura do discurso de divulgação científica no ambiente escolar.

Como opção teórica e metodológica para a análise dos discursos, formulados em sala de aula, me subsidiei na análise de discurso, da chamada escola francesa. Para o desenvolvimento da leitura dos livros com os alunos contei com o auxílio de uma professora de física, minha colega no curso de mestrado da Faculdade de Educação da Unicamp. Os objetos de minha pesquisa foram justamente os diálogos estabelecidos por nós na interação com os estudantes, os bilhetes por eles produzidos e as questões respondidas. Com o auxílio da análise de discurso me propus a compreender como os discursos desses estudantes produziam sentidos nessas situações.

Embora não fosse preocupação central deste trabalho, questionei também os estudantes sobre a autoria da divulgação científica, isto é, quem na opinião deles deveria escrever sobre o tema (cientistas, jornalistas ou os dois profissionais), e sobre quais relatos eles consideravam mais importante em uma leitura relativa à ciência. Os indícios sobre quais abordagens na divulgação científica os estudantes estão interessados, mesmo não sendo propósito desta pesquisa, são importantes para mim, enquanto jornalista, por oferecerem algumas “pistas” do que o leitor gostaria de ler em matérias sobre ciência.

Reafirmo acreditar que a aproximação que os estudantes possam ter na escola com a leitura referente à ciência seja essencial para que se tornem e, principalmente, permaneçam como leitores de ciência. Daí minhas reflexões e questionamentos, ao longo deste trabalho, procurarem responder a seguinte pergunta: Como funciona na escola, em aulas de disciplinas não relacionadas às ciências, a leitura de textos de divulgação sobre ciência? Considerarei que a resposta poderia contribuir para a formação de leitores de divulgação científica.

A partir do meu interesse específico e inerente à profissão de jornalista, emergiu uma outra problemática a qual procuro buscar indicadores junto aos alunos, que pode ser expressa na seguinte questão: Quais aspectos da divulgação científica chamam mais atenção desses leitores?

I – Ciência e divulgação científica

Antes de iniciar minhas reflexões sobre as possibilidades de leitura de divulgação científica em sala de aula julgo pertinente comentar algumas características da ciência, seu papel em nossa sociedade e no imaginário social. A perspectiva deste item é de configurar algumas posições em relação à ciência, ou seja, situar algumas das variadas versões sobre as características da instituição científica. Sendo assim, não farei uma detalhada análise sobre a ciência, mas destacarei um aspecto ou outro que servem para se pensar os discursos da ciência na escola.

Não existe uma visão unânime em relação à ciência. As opiniões e as características da ciência divergem entre os autores. Para Merton (1974), os cientistas se movem num complexo de valores e normas que constitui o *ethos* da ciência. O autor aponta quatro imperativos institucionais que formam o *ethos* da ciência: universalismo, comunismo, desinteresse e ceticismo.

O universalismo diz respeito “ao cânon de que as pretensões à verdade, quaisquer que sejam suas origens, têm que ser submetidas a critérios impessoais preestabelecidos”. Por comunismo entende-se que “as descobertas da ciência são produtos da colaboração social e estão destinados à comunidade”. O desinteresse, na prática, “é firmemente apoiado pela necessidade que os cientistas têm, mais cedo ou mais tarde, de prestar contas perante os seus colegas” e o ceticismo organizado se inter-relaciona de diversas maneiras com os outros elementos do *ethos*: “A ciência que coloca questões de fato, incluídas as potencialidades, concernentes a todos os aspectos da natureza e da sociedade, pode entrar em conflito com outras atitudes em relação a esses mesmos dados que foram cristalizados e, amiúde, ritualizados por outras instituições”.

Gaston Bachelard (1996) aborda o caráter da ciência a partir do pensamento racionalista e progressista. Esse autor repudia a tese de verdade evidente, sendo o erro a forma de constituição e de progresso do saber científico. Bachelard se opõe à filosofia de sua época, que acreditava na continuidade entre conhecimento comum e científico. Para ele, a ciência não apenas deve romper com o conhecimento imediato, como deve construir novo conhecimento, através de novas racionalizações.

A ciência, na teoria bachelardiana, avança por um descontínuismo, isto é, não há um progresso linear em que se possa adicionar inovações. Ele é contra a concepção evolutiva da ciência e em oposição, postula o desenvolvimento científico por superação de obstáculos epistemológicos, sendo que o avanço acontece por rupturas através da retificação de erros. Sua compreensão da produção científica se apóia na recorrência histórica, explicitada por Lopes

(1996:257) ao dizer que: “Através do conhecimento do passado, percorremos o caminho da ciência, mas é a partir do presente, da atualidade da ciência, que podemos compreender o passado de maneira claramente progressiva”.

Já Thomas Kuhn (1979) prioriza a dimensão histórica para análise da ciência. Ele traz a noção de paradigma como um marco conceitual, o qual proporciona aos cientistas orientações sobre quais problemas merecem ser investigados, ou seja, orienta a produção científica. Para ele, há períodos de desenvolvimento relativamente tranquilo, que denomina “ciência normal”, intercalados com períodos de alterações, denominados “revoluções”. Durante o período de ciência normal, o campo concernente é governado por um paradigma geralmente aceito pela comunidade científica.

Sobre a formação do cientista, Kuhn afirma que a educação científica é relativamente dogmática, com o uso de manuais escritos para estudantes, os quais são treinados para resolver problemas de solução pronta, isto é, para que os estudantes sejam “solucionadores de *puzzles*” (quebra-cabeças). Mas ao mesmo tempo remeteu para a contradição inerente ao treino do cientista:

Os cientistas são treinados para funcionar como solucionadores de puzzles dentro de regras estabelecidas, mas são também ensinados a considerar-se eles próprios como exploradores e inventores que não conhecem outras regras além das ditadas pela natureza”. p.77-78

Ao avaliar os aspectos da formação do cientista apontados por Kuhn – reconhecimento da diferença entre o fazer científico (solucionar quebra-cabeças) e a imagem que a sua formação lhe inculca sobre o que julga ser o seu trabalho – Almeida (2004) considera que a partir dessas noções propostas pelo autor possa se compreender as imagens usualmente divulgadas da ciência, as quais podem ser notadas em diferentes instâncias sociais, inclusive, na escola de nível básico.

A partir de estudos sociais da ciência, Latour e Woolgar (1997) mostram como a ciência está impregnada de subjetividade e que na organização do trabalho científico estão envolvidos outros interesses, além do desenvolvimento da ciência, principalmente políticos e econômicos. Os autores após acompanharem a rotina de um laboratório americano especializado em neuroendocrinologia, notaram que os cientistas e os grupos de trabalho são estrategistas, negociadores, calculadores, mobilizadores de recursos de todos os tipos, estando em permanente competição.

Como avalia Hochman (1994: 215), tendo como base os trabalhos de Latour e Woolgar, os cientistas fazem parte de um mundo onde existem apenas dois tipos de consenso, que dizem respeito: à tradição em que se inserem, quanto ao passado da disciplina e à sua base conceitual; e ao fato de que os recursos utilizados na competição devem ser apresentados e reconhecidos por todos como científicos. Sendo assim, a disputa entre cientistas, laboratórios e instituições, se dará na fronteira do conhecimento, em uma competição muito semelhante àquela do pluralismo político e do mercado econômico capitalista.

Para Knorr-Cetina, assim como para Latour, o trabalho científico é sustentado por relações e atividades que transcendem o laboratório. De acordo com a autora, apud Hochman (1994: 226), os cientistas estão envolvidos e confrontados em arenas de ação que não podem ser classificadas nem como puramente científicas nem não-científicas. Essas arenas incluem agências de financiamento, administradores, indústrias, editores, diretores de instituições científicas, fornecedores, enfim, uma série de elementos que pouco têm a ver com um grupo de especialistas. Nelas os cientistas estão envolvidos em trocas, desempenhando também papéis não-científicos como administradores e negociadores de recursos.

A importância dada por Knorr-Cetina para as arenas de ação, classificadas como transepistêmicas, indica que os envolvimento dos cientistas são partes intrínsecas da produção do conhecimento. Nessas arenas, o trabalho científico é definido e redefinido pelas interações dos vários agentes que delas participam, não sendo, o produto da ciência resultado de ação autônoma e isolada dos cientistas.

Os estudos sociais da ciência mostram que a ciência é subjetiva. No entanto, a concepção de senso comum sobre a ciência ainda está alicerçada em conceitos originários do Positivismo, do século XIX. Continua sendo amplamente aceita pela sociedade, a idéia de que conhecimento científico é conhecimento provado. A noção popular é de que a ciência é objetiva, não havendo, portanto, lugar para opiniões ou preferências pessoais e suposições especulativas.

Ciência na mídia

Embora não seja meu objetivo tratar especificamente da relação entre ciência e mídia, farei um breve comentário das imagens transmitidas pelos veículos de comunicação de massa sobre a ciência, que reforçam o senso comum sobre a instituição científica. Isto é importante levando-se

em conta que não é apenas na escola que os estudantes tomam contato com assuntos científicos. As variadas versões sobre a ciência são divulgadas em jornais, no rádio, na TV ou pela internet e, obviamente, os estudantes não estão alheios a essas informações. Na maioria das vezes, as informações que recebem da mídia são as que mais influenciam na formação de suas opiniões a respeito da ciência.

Normalmente, o que se torna notícia na mídia é uma parte da ciência, que é transformada em conhecimento acabado. O jornalista vê a função social da produção científica que pode ocorrer a partir dos resultados da pesquisa em pauta como o mais importante. Para Medeiros (2003: 91), a produção jornalística sobre ciência está fundamentada, em pelo menos três vetores:

- a) visão predominantemente utilitarista da ciência, à qual caberia dar respostas para todos os questionamentos e angústias humanas;
- b) visão excessivamente idílica dos cientistas, idealizados como seres superiores, desprovidos da emoção humana, incapazes de se meter nas mazelas cotidianas quando imersos em suas pesquisas;
- c) visão de que a ciência corresponde ao ideal de certeza absoluta, correspondente ao ideário Positivista, não se admitindo o improvável e o discurso da dúvida, senão o discurso objetivo da certeza.

Pechula (2002) parte da hipótese de que os veículos de comunicação de massa, que informam as descobertas científicas, empregam signos que representam o mundo mítico-sagrado, e estes sustentam um imaginário, no qual o produto apresentado em nome da ciência gera uma visão coletiva ingênua, fazendo parecer que a ciência possui o poder de explicar e solucionar os problemas. Segundo a autora:

A ciência é transformada em notícia; a pesquisa torna-se fonte de divulgação científica para a massa e, mesmo que ainda em processo de hipótese e elaboração, é rapidamente divulgada. Contudo, geralmente, não aparece como processo e nem são apresentados os problemas e conflitos inerentes à sua produção. Ao contrário, a pesquisa é divulgada como a descoberta, a criação já acabada ou como início de uma descoberta que inexoravelmente alcançará o seu intento. p.194

Silveira (2000:22) aponta como principais críticas feitas ao jornalismo científico, o fato de: (1) reforçar a mitologia da ciência, ou seja, o tratamento da ciência a partir da sacralidade da investigação científica, colocando o cientista no “Olimpo”. Neste caso, o jornalismo científico atua em função do poder científico, contribuindo mais para reforçar as estruturas do poder na ciência (e na sociedade) e quase nada para democratizar o conhecimento; (2) crer na neutralidade da ciência,

pois ao tratar de fatos e não processos, considera a ciência como algo independente, não vinculada às demais instâncias da sociedade.

A autora ainda destaca que o jornalismo da maneira que é praticado estimula o preconceito da ciência, decorrente das peculiaridades anteriores e da própria configuração que a ciência adquire na sociedade capitalista. Assim o jornalismo científico tem sido entendido como divulgador de fatos ligados às ciências básicas (principalmente Física, Química, Biologia) e Aplicadas (Engenharias, Medicina e Agronomia), deixando de lado ciências como a Geologia e as ciências humanas.

Representar a atividade científica pelos seus produtos, submeter os processos científicos à consecução finalista e cumulativa de resultados, e isolar exclusivamente como resultados aqueles que são avaliados a posteriori como êxitos de aplicação consistem no que Cascais (2003:67) chama de mitologia dos resultados.

As conseqüências da mitologia dos resultados são:

- a) ignorar a atividade científica enquanto processo, que, ao mesmo tempo procede pelo cumprimento protocolar de critérios a priori de rigor metodológico de investigação, progride de modo não linear e errático;
- b) anular o papel do erro produtivo na tomada de decisão e nas escolhas científicas;
- c) assimilar fins a resultados, assim definidos em função da eficácia a *posteriori* da empresa científica, com a exclusão dos resultados fortuitos, inesperados ou adversos.

As imagens que a mídia, seja escrita ou televisiva, passa da ciência e dos cientistas estão relacionadas com a visão dos seus profissionais. Ao analisarem programas de TV para crianças, Long e Steinke (1996) verificaram, entre outros pontos, ser comum na mídia a imagem da ciência como solução de problemas, especialmente problemas sociais, e como verdade, no sentido de ser o caminho para achar respostas, além da visão de cientistas como anti-sociais e um grupo privilegiado. Segundo as autoras, os jornalistas encorajam essa idéia de ciência como verdade ao enfatizarem os resultados da ciência invés do processo da ciência.

Moreira (2005) considera que na mídia impressa e televisiva, a ciência é apresentada como um empreendimento espetacular, no qual as descobertas científicas são episódicas e realizadas por indivíduos particularmente dotados. O autor destaca que as aplicações da ciência e tecnologia ganham ênfase, mas o processo de sua produção, seu contexto, suas limitações e incertezas são usualmente ignorados, assim como as interfaces entre ciência e cultura.

Ao também criticar “a busca desenfreada por notícias científicas que, veiculadas de forma apressada, pasteurizada, descontextualizada, prometem soluções rápidas para problemas que afligem a humanidade”, Caldas (2003: 76) defende que a circulação da informação científica, desmitificada, analisada, interpretada, tem o poder de acabar com o fetiche da mercadoria, da religião do consumo.

Vale ressaltar, embora brevemente, alguns aspectos conceituais entre jornalismo científico e divulgação científica. Alguns trabalhos abordam a questão numa perspectiva histórica, como Massarani (1998); outros, como Bueno (1985), buscam definir teoricamente as modalidades de comunicação; e alguns, Hernando (1982), apontam as funções do jornalismo científico. No meu entender, o que melhor contribui para o entendimento deste trabalho é o quadro apresentado por Bueno (1985).

A difusão para especialistas, Bueno chama de disseminação científica e, a difusão para o grande público em geral, ele conceitua como divulgação científica. A disseminação científica, para este autor, comporta dois níveis: disseminação intrapares (circulação de informações científicas e tecnológicas entre especialistas de uma área ou de áreas conexas), possuindo as características: a) público especializado; b) conteúdo específico; c) código fechado.

O segundo nível é a disseminação extrapares, ou seja, para especialistas que se situam fora da área-objeto de disseminação. Tem-se, nesse caso, um público especializado, embora não necessariamente naquele domínio específico. Já a divulgação científica, segundo Bueno, muitas vezes denominada de popularização ou vulgarização científica, abarca a utilização de recursos, técnicas e processos para veicular as informações da ciência para o público não especialista. Neste quadro conceitual, a divulgação científica inclui o jornalismo científico.

Bueno salienta que a divulgação científica é feita não somente pela imprensa, mas também por meio de livros, feira de ciências, documentários, quadrinhos, suplementos infantis, folhetos informativos e etc. Tanto a divulgação científica quanto o jornalismo científico intentam atingir o grande público e, para isso, procuram usar linguagem coloquial.

“Na prática, o que distingue as duas atividades não é o objetivo do comunicador ou mesmo o tipo de veículo utilizado, mas, sobretudo características particulares do código utilizado e do profissional que o manipula”.

Discurso científico, de divulgação científica e o conhecimento escolar

Neste item procuro me deter na questão da linguagem nos diferentes discursos. É através da apropriação dos recursos lingüísticos que os discursos, seja, científico ou de divulgação científica, alimentam a noção popular de que a ciência é objetiva. Fazendo-se parecer objetivo, no discurso científico não há lugar para opiniões ou preferências pessoais e suposições especulativas.

Algumas definições do discurso científico são elaboradas pela análise de discurso, entre elas a de Maingueneau (1997). Sinteticamente, esse autor considera que no discurso da ciência a tendência é fazer coincidir o público de seus produtores com o de seus consumidores: escreve-se apenas para seus pares que pertencem a comunidades restritas e de funcionamento rigoroso. Destinado a um público específico o discurso científico tem sua circulação restrita a um domínio sócio-cultural, formado por instituições e indivíduos previamente autorizados a se apropriar daquela obra científica.

Gouvêa (2000) parte da questão organizacional para considerar que o texto científico é denominado como tal não somente porque versa sobre ciência. Segundo essa autora, o texto científico apresenta uma organização esquemática convencional, que os usuários da linguagem científica aprendem no seu processo de socialização. Assim Gouvêa considera que o texto científico seria uma variante do texto argumentativo, já que sua estrutura é composta por colocação de problema, justificativa, solução e conclusão.

Uma das características da argumentação científica apontada por Kleiman (2000) é a busca de adesão e consenso mediante o apelo ao racional. No texto científico, segundo a autora, há uma maior objetividade devido à ausência de argumentos tendenciosos. Ela afirma que na argumentação científica não há adversários, pois está subentendido que, em última instância, não haverá ganhadores nem perdedores no debate, uma vez que se uma teoria, ou escola científica ou procedimento for aprovado como certo em detrimento de outros, isso redundará em benefício de toda a comunidade científica.

A visão de Kleiman se aproxima do *ethos* da ciência proposto por Merton, mencionado no anteriormente. É possível identificar pontos comuns entre os valores da ciência, na visão de Merton, e o que Kleiman considera como características do texto científico. Entre eles, o universalismo (“busca de adesão e consenso”), desinteresse (“não há adversários”) e comunismo (“benefício de toda comunidade científica”).

A partir de uma análise lingüística é possível perceber quais os mecanismos discursivos que produzem o sentido da objetividade do discurso científico. Os dispositivos de desembreagem (ou debreagem), de acordo com Barros (2003), fazem com que o discurso produza efeitos de sentido de aproximação e de distanciamento. Através da desembreagem *enunciva* se produz o efeito de distanciamento da enunciação, com emprego da terceira pessoa *ele*, do tempo do *então* e do espaço do *lá*. Quando a desembreagem é *enunciva*, o discurso produz o efeito de distanciamento da enunciação e, por conseguinte, de objetividade e de neutralidade.

Conforme essa classificação, o discurso científico é um exemplo de desembreagem *enunciva*. O discurso dissertativo de caráter científico deve ser elaborado de maneira a criar um efeito de sentido de objetividade, pois pretende dar destaque ao conteúdo das afirmações feitas (ao enunciado) e não à subjetividade de quem as proferiu (ao enunciador). Quer concentrar o debate nesse foco e por isso adota expedientes que, de um lado, procuram neutralizar a presença do enunciador nos enunciados e, de outro, põem em destaque os enunciados, como se eles subsistissem por si mesmos.

Retornando a questão da construção da objetividade no discurso científico, Leibrunder (2002) afirma que ao se fundamentar em uma suposta neutralidade discursiva, o discurso científico tenta fazer com que o seu leitor creia que o que está sendo exposto não é uma interpretação, mas sim a própria realidade. Para isso utiliza-se dos índices de impessoalidade, tal como o apagamento do sujeito, que são mecanismos argumentativos, cuja finalidade é provar a veracidade e legitimidade do discurso proferido. É justamente por isso que a autora considera o discurso da ciência como um fazer persuasivo.

Com a utilização de recursos lingüísticos, além de procurar neutralizar a figura do enunciador, o discurso científico procura destacar o conteúdo de “verdade” dos enunciados. Esse valor de “verdade” é criado pela fundamentação das idéias e pela argumentação. Para dar veracidade fundamenta-se o enunciado com dados que comprovem ou confirmem sua validade e baseia-se a argumentação em operações de raciocínio lógico, tais como as implicações de causa e efeito, conseqüência e causa, condição e ocorrência, etc.

Chamando atenção para o comum equívoco de identificar “científico” com “verdadeiro”, Possenti (1997: 13) destaca que o critério de cientificidade de um enunciado não é a verdade da proposição que ele veicula, mas as suas condições de produção, as regras de produção dos seus enunciados, as quais não têm nenhuma relação com a veracidade ou não do discurso científico, e a

estruturação de uma linguagem própria. Essa estruturação consiste na “progressiva eliminação do vivido, do vivido enquanto representado na linguagem não-científica”, esforçando-se para livrar-se das experiências e dos interesses do sujeito que a produz.

Esse autor ressalta ainda que a aparente falta de subjetividade do discurso científico não significa ausência de sujeitos no fazer científico. Dois lugares de presença da subjetividade na produção científica, destacados por ele, são a formulação das hipóteses e o próprio trabalho científico:

Há sujeitos que produzem hipóteses, que inventam experimentos, que recusam hipóteses quando os fatos não as suportam, ou teimosamente as mantêm, apesar dos fatos. Claro que os sujeitos fazem isso no interior de uma certa conjuntura. O próprio trabalho de eliminação da subjetividade é um trabalho dos sujeitos (...) p.14

Divulgação científica

O discurso de divulgação científica pressupõe uma diferença em relação ao discurso da ciência. Enquanto o discurso científico, partindo do conceito de Maingueneau (1997), se destina a um público específico e pertencente a comunidades restritas, o discurso de divulgação científica implica o direcionamento para um público que não coincide com o dos cientistas. Seu objetivo é disseminar em direção ao exterior conhecimentos científicos produzidos no interior de uma comunidade mais restrita.

Nesse processo de disseminação da informação científica, a divulgação científica, na perspectiva de Authier-Revuz (1999), apresenta-se como prática de reformulação de um discurso fonte em um discurso segundo, em função de um destinatário diferente daquele a que se endereça o discurso científico (discurso fonte). Assim o discurso segundo mostra-se como o resultado de um trabalho de reformulação de um discurso fonte, perceptível, segundo essa autora, pela dupla estrutura de enunciação.

O esquema dos artigos de divulgação científica, de acordo com Authier-Revuz, seria o seguinte:

a) a do discurso científico D1 que aparece massivamente sob a forma de discurso indireto: “O senhor X (os químicos, os especialistas, o mundo dos eruditos...) pensa (diz, experimentou, demonstrou, explicou, etc...) que...”, nos quais os nomes próprios dos enunciadores, lugares, tempos dos atos de enunciação são especificados abundantemente;

b) a de D2, ou seja, do discurso de DC, produzindo-se: uma ancoragem temporal muito marcada (hoje, nos últimos anos, na próxima década, etc...); e uma designação dos interlocutores – o divulgador e o leitor – e do ato de comunicação que os liga (“cremos ser nosso dever informar”, “os leitores que gostam de estar em dia”, “mostrar-vos”...) p. 11-12

Outra autora que também classifica os discursos de divulgação científica como discursos segundos é Moirand (2000). Essa autora parte do princípio de que os discursos de divulgação científica estão em oposição aos discursos ditos primários ou fontes. Assim como Authier, ela considera a atividade de reformulação constitutiva de qualquer discurso segundo. A reformulação é, dessa forma, a atividade por meio da qual se transforma o discurso da ciência em um discurso do cotidiano.

Para Gouvêa (2000:93), na transformação de textos científicos em textos de divulgação duas questões estão colocadas: a primeira refere-se à estrutura do texto (que linguagem utilizar) e a segunda às entidades contidas nesses textos. Estas últimas são conceitos, objetos, representações, aparelhos. Em qualquer texto sobre ciência, essas entidades são introduzidas considerando-se os pré-requisitos próximos (o que se conhece está associado ao novo) e no processo de interligar esses novos conhecimentos são criadas mais entidades, tornando o texto científico cada vez mais só compreensível para os que compartilham desse mesmo conhecimento.

Dessa maneira, ela afirma que

“para transformar o texto científico em texto de divulgação seria preciso romper com a sua estrutura conceitual. Isso significaria destruir o conceito. Por isso, nos textos de divulgação científica, convivem as duas linguagens e, portanto, as duas formações discursivas – da ciência e do jornalismo. (...) Parece-nos que para transitar de um texto para o outro (do científico para o cotidiano, ou vice-versa) é necessário alterar a estrutura geral do texto e também expressar-se em linguagem com estruturas sintáticas distintas”. p.94

Massarani e Moreira (2005), ao analisarem dois casos de acomodação da linguagem científica para texto de divulgação, mostraram que os artigos científicos passam por uma série de transformações ao serem adaptados para textos de divulgação científica. Muitas dessas transformações ocorrem na linguagem, “tradução” dos jargões científicos para a linguagem não especializada, introdução de explicativos, omissão de textos referentes às teorias e métodos usados.

Distanciando-se de Authier e de Moirand, Zamboni (2001) defende a idéia de que o discurso da divulgação científica constitui um gênero de discurso específico, resultado de um efetivo trabalho de formulação de um novo discurso. Para essa autora, esse trabalho de formulação aponta para a instituição de um outro gênero de discurso, autônomo – tanto quanto possível - em relação ao

gênero do discurso científico. Ou seja, um discurso que se articula com o campo científico, mas que não emerge dessa interferência como o produto de uma mera reformulação de linguagem.

Na concepção de Zamboni, o discurso científico não deixa de entrar na nova configuração enunciativa da divulgação científica. Mas, em vez de ser o discurso fonte, que submetido a operações de reformulação, dá origem a um discurso segundo, passa a ser concebido apenas como um dos ingredientes constantes das condições de produção do discurso de divulgação científica.

Também para Orlandi (2001) não há um processo de reformulação. Segundo essa autora, o discurso de divulgação científica parte de um texto que é da ordem do discurso científico e, pela textualização jornalística organiza os sentidos de modo a manter um efeito-ciência, ou seja, encena na ordem do discurso jornalístico, através de uma certa organização textual, a ordem do discurso científico.

Em resumo, na visão de Orlandi, o discurso se apresenta como um “lugar de encontro” e não como simples instrumento de transmissão. O discurso de divulgação científica não é a soma de discursos: ciência mais jornalismo igual divulgação científica. Como ela afirma, “o discurso de divulgação científica é uma articulação específica com efeitos particulares, que se produzem pela injunção a seu modo de circulação”.

O resultado maior da divulgação científica, como ressalta Orlandi, é o efeito de “exterioridade” da ciência. Ou seja, como a ciência sai de uma comunidade restrita e passa a ocupar um lugar social e histórico no cotidiano dos cidadãos.

(...) O efeito de exterioridade da ciência em relação ao discurso científico em uma formação social como a nossa é uma necessidade. Ou seja, é assim que nossa sociedade funciona na sua relação com o Estado. A ciência apresenta-se no cotidiano da sociedade. A questão é que, segundo o modo como ela se apresenta, haverá maior ou melhor qualidade dessa relação, adensa-se ou não a participação social na produção do saber necessário para a vida social. p.23

Outra autora que também não considera o discurso de divulgação científica como mera reprodução simplificada do discurso científico é Leibrunder (2002). Para ela, no discurso de divulgação científica há um verdadeiro trabalho de formulação discursiva na medida em que se constitui sob novas condições de produção e cenário enunciativo. Sendo assim, é o trabalho de seleção de recursos lingüísticos e metalingüísticos que torna a atividade do divulgador de ciência um verdadeiro fazer discursivo e não uma simples adaptação daquilo que já foi formulado pelo discurso científico.

Entre os recursos lingüísticos está a incorporação da própria voz do cientista, a fim de atribuir ao discurso um caráter de confiabilidade e veracidade ao argumento defendido; o apagamento do sujeito conferindo ao texto um caráter de universalidade e, portanto, de neutralidade, legitimando, dessa maneira, o seu discurso. Dentre os recursos metalingüísticos, que têm a capacidade de se auto-explicar, estão a definição, a nomeação, a exemplificação, a comparação, as metáforas e a parafraseagem.

Convém ressaltar que o procedimento de utilização desses recursos observado por Leibruder diz mais respeito aos textos de divulgação científica que não são escritos pelo próprio cientista. Nos textos produzidos por jornalistas é mais comum encontrarmos exemplos de uso de recursos lingüísticos. Normalmente esses textos são marcados pelos recursos lingüísticos e metalingüísticos, utilizados principalmente para divulgar os termos científicos.

Em relação à incorporação de falas de especialistas nos textos de divulgação científica, vale a ressalva de que estas não têm a feição de discurso científico. Normalmente reproduzem uma fala já conhecida por uma coletividade. Porém em função do lugar do enunciador, ou seja, a posição de quem fala, esse tipo de enunciação tem seu peso. A titulação do especialista, a instituição a que pertence e a liderança de pesquisa reforçam a autoridade e criam no leitor a idéia de “verdade científica”.

Considero que embora emprestem ao discurso da divulgação um caráter de credibilidade, essas citações não são um traço caracterizador da divulgação científica. Completar e esclarecer o assunto abordado com declarações e opiniões dos entrevistados é comum em todos os gêneros jornalísticos, em reportagens dos mais variados temas. Em outras palavras, não é específico à divulgação científica.

Por outro lado, os textos de divulgação científica, escritos por cientistas, aparentemente, não recorrem, com tanta freqüência como os dos jornalistas, ao discurso do “outro”. Quem escreve já é um cientista, logo sua fala já é carregada de autoridade. Por ser um especialista e conhecedor do que está informando, suas declarações não necessitam ser reforçadas. O que ele enuncia é imbuído de cientificidade.

Assim como algumas das autoras citadas anteriormente, parto da premissa de que o discurso de divulgação científica não é uma mera reprodução ou reformulação do discurso científico. Rejeito a idéia de que o divulgador de ciência seja apenas tradutor de fonte especializada. O divulgador de ciência, seja jornalista, seja cientista, constrói um novo discurso, e este apresenta características

inerentes às suas condições de produção. O mais importante é que em sua nova formulação, este discurso deve estar contextualizado com os procedimentos científicos e suas implicações políticas, econômicas e sociais.

Conhecimento escolar

Neste item, procuro primeiramente caracterizar o conhecimento escolar e relacioná-lo ao conhecimento científico e cotidiano. Para tal, recorro aos trabalhos de Lopes (1998; 1999; 2000). Considero importantes as caracterizações do conhecimento escolar, elaboradas por essa autora, tendo em vista ser necessário refletir sobre o conhecimento possível de ser trabalhado na escola, uma vez que realizo minha pesquisa nesta instituição.

De acordo com Lopes (1999), a escola, reproduzindo as relações sociais dominantes, tende a fazer da ciência o conhecimento de maior valor, o que é expresso pela hierarquia das disciplinas escolares e pela avaliação mais rigorosa das disciplinas científicas. No entanto, a escola não é uma instituição consumidora de conhecimentos produzidos em outras instâncias, mas é produtora de conhecimentos: os conhecimentos escolares.

Isso não significa, como ressalta Lopes, que a escola produz uma nova história, uma nova matemática ou uma nova química, mas sim que a escola (re) constrói esses e outros saberes, trabalha com os processos de mediação didática, capazes de tornar ensináveis e assimiláveis os saberes científicos. É nesse processo de mediação que se constitui um saber propriamente escolar. O conhecimento escolar tem por objetivo, sobretudo, a produção/reprodução cultural, a formação ética e a formação do conhecimento cotidiano.

É bom destacar que para essa autora, o conhecimento cotidiano equivale ao conhecimento do senso comum, caracterizando-o como sendo a soma de conhecimentos, usados na vida cotidiana, de modo ingênuo. O papel da escola, segundo ela, é preponderante na constituição desse conhecimento, pois, por interações contínuas, elabora um *habitus* comum a todos os indivíduos. Lopes destaca ainda que os objetivos sociais da escola não são os objetivos sociais da ciência, não sendo função social da escola a formação do cientista ou mesmo a preparação do futuro cientista. Mesmo porque não seria possível reproduzir as práticas científicas no contexto escolar, pois o conhecimento científico é fruto de um empreendimento coletivo e tem seu contexto próprio de produção, exterior à escola.

Apesar de todas as diferenças de objetivos não se ignora a existência de relações entre o conhecimento científico, cotidiano e o escolar. O conhecimento escolar é definido por Lopes como um conhecimento selecionado a partir de uma cultura social ampla. Tanto esse processo de seleção valida e legitima o conhecimento escolar, como esse conhecimento é selecionado dentre o que se entende como legítimo e válido socialmente.

Como nem toda cultura está disponível para ser selecionada e nem toda cultura vem a fazer parte do que pode ser selecionado pela escola, há um processo de inclusão e/ou exclusão selecionando-se um entre vários conhecimentos. Nesta perspectiva, há uma relação do conhecimento escolar com o conhecimento científico, em virtude da legitimidade social conferida às ciências.

Apoiando-se nas noções enunciadas por Lopes, Almeida (2004) ressalta que usualmente é pouco considerado na escola o fato do conhecimento escolar se tratar de um conhecimento selecionado, ou seja, é um entre muitos outros possíveis, principalmente em relação ao conteúdo a ser ensinado, pois freqüentemente a escola se submete a determinantes exclusivamente externos, como, por exemplo, os vestibulares aos cursos superiores.

As análises de Lopes são coerentes com a epistemologia de Gaston Bachelard. Convém lembrar que a partir das concepções de ruptura e de racionalismos setoriais, Bachelard (1996) desenvolve a idéia de descontinuidade entre o conhecimento comum e o conhecimento científico e no decorrer do próprio conhecimento científico. Ou seja, para o epistemólogo francês, o desenvolvimento da ciência é um processo descontínuo, no qual, constantemente, temos que romper com conhecimentos anteriores, desconstruí-los para construir um novo conhecimento.

Almeida (2004:31) ao refletir sobre citações de Bachelard, considera que esse autor mesmo não pensando propriamente o ensino, não remete apenas para a ciência e sua construção, mas desloca sua reflexão para a apropriação de conhecimento pelo indivíduo e, dessa forma, torna-se uma consequência bastante plausível que sua obra tenha sido pensada com orientação pedagógica.

Processo semelhante ao da superação dos obstáculos epistemológicos, caracterizado por Bachelard, na opinião de Lopes, pode ocorrer na escola. A autora considera que o conhecimento escolar possa contribuir para a desconstrução dos obstáculos epistemológicos nele disseminados, capazes de transformá-lo em uma ponte unificadora de diferentes saberes.

O próprio processo de constituição do conhecimento escolar ocorre no embate com os demais saberes sociais. Dentre esses diferentes saberes, o conhecimento científico e o conhecimento cotidiano se mostram como dois campos que diretamente se inter relacionam com o conhecimento escolar, mas não sem contradições. Lopes parte da premissa bachelardiana de que os dois tipos de conhecimento (científico e cotidiano) não podem ter a mesma filosofia, uma vez, que é nítida a ruptura que os diferencia.

O conhecimento científico contradiz o conhecimento cotidiano e suas primeiras impressões, sempre na perspectiva epistemológica de retificação de seus erros primeiros. O conhecimento comum, ao contrário, é feito de observações justapostas, preso ao empirismo das primeiras impressões. Nesse sentido, a ciência se opõe à opinião. Não podemos formular opiniões sobre problemas que realmente não conhecemos, sem que isso apenas redunde em obstáculo ao conhecimento científico. p.142

A distinção entre conhecimento comum e científico não é apenas importante para o filósofo que analisa o pensamento científico, mas também para os que verificam o funcionamento de outro conhecimento, o qual de alguma forma está relacionado com o conhecimento científico, como é o caso deste trabalho sobre leituras de divulgação científica. Por isso, o interesse em buscar a caracterização dos conhecimentos (científico, cotidiano e escolar), neste trabalho, está na relação entre os conhecimentos e a posição do discurso de divulgação científica na escola. Não pretendo discorrer exaustivamente sobre essa relação, mas sim destacar alguns de seus aspectos.

Assim como Almeida (2004), suponho um discurso científico associado ao conhecimento científico e um discurso escolar associado ao conhecimento escolar. O discurso escolar relativo ao discurso científico, como frisa essa autora, se diferencia deste e é constituído no embate com outros discursos. Da mesma forma, considero que existe um discurso escolar relativo ao discurso de divulgação científica. O discurso de divulgação científica, assim como o discurso científico, passa por mediações quando em funcionamento na escola. Logo, ele nem sempre coincide com o discurso de divulgação científica que circula em outras instituições.

Embora não tenha preocupação nesta pesquisa com a aprendizagem de um conhecimento específico e nem de avaliar o papel do professor no processo de aprendizado, não posso deixar de comentar os demais discursos comuns em sala de aula. Para isso, volto a citar Orlandi (1996).

Essa autora classifica os discursos em *lúdico*, *polêmico* e *autoritário*. Nesse último, Orlandi inclui o discurso *pedagógico*. Para nosso estudo é importante destacar a distinção entre o discurso

autoritário e o polêmico. A reversibilidade na relação dos interlocutores é essencial no critério de distinção dos tipos de discurso.

No discurso autoritário há contenção de polissemia, procurando estancar a reversibilidade, enquanto que, no discurso polêmico a polissemia é controlada, havendo espaço para a reversibilidade. Os objetivos do discurso pedagógico, de acordo com a autora, são a transmissão e fixação de informação. A característica dessa informação está em que discurso pedagógico se pretende científico e para isso o professor se apropria do cientista e faz uso da metalinguagem.

Sobre o discurso pedagógico, Orlandi diz que:

Na realidade, não há questão sobre o objeto do discurso, isto é, seu conteúdo referencial, apresentando-se assim um só caminho: o do saber institucionalizado, legal (ou legítimo, aquele que se deve ter). O conteúdo aí é a forma (artefato) e se aponta a forma como réplica do conteúdo. Através da metalinguagem, o que se visa é a construção da via científica do saber que se opõe ao senso comum, isto é, constrói-se aí o reino da objetividade do sistema. p.19

Ainda sobre o discurso pedagógico, Orlandi afirma que o sistema de ensino atribui a posse da metalinguagem ao professor, que, por sua vez, se apropria do cientista e se confunde com ele sem se mostrar como voz mediadora. Nesse processo, apaga-se o modo pelo qual se faz essa apropriação do conhecimento do cientista tornando-se, o professor, detentor daquele conhecimento. Dessa forma, “o que o professor diz se converte em conhecimento, o que autoriza o aluno, a partir de seu contato com o professor, no espaço escolar, na aquisição da metalinguagem, a dizer que sabe: a isso se chama escolarização”. p.31

Livros: divulgação científica e literatura

Neste item, caracterizo um pouco mais os livros de divulgação científica *Albert Einstein e seu Universo Inflável* e *Isaac Newton e Sua Maçã* utilizados na pesquisa em sala de aula. Nas organizações textuais de ambos há a predominância dos elementos lingüísticos marcantes do gênero narrativo, por isso destaco a seguir algumas reflexões sobre os gêneros dos discursos.

A classificação dos discursos em gêneros ou tipologias tem atravessado, ao longo dos tempos, as preocupações dos estudiosos da linguagem. Segundo Brandão (2002), no início foi foco de atenção da poética e da retórica e não da lingüística; primeiro por esta ser uma ciência recente e depois porque sua preocupação inicial foi com as unidades menores que o texto (o fonema, a

palavra, a frase). Só quando passou a se preocupar com o funcionamento de textos, não apenas os literários, a lingüística começa a refletir sobre os gêneros.

Para fins didáticos os gêneros estão classificados em: dissertativo, narrativo e descritivo. Na maioria das vezes, não se encontra um texto em estado puro, os três tipos podem interpolar-se num único texto. O que normalmente ocorre é a predominância de um dos gêneros sobre os demais. Não é à toa que Maingueneau (1997) chama atenção para a dificuldade de determinar um único gênero nos discursos:

Os gêneros encaixam-se, freqüentemente, uns nos outros. Além disso, um mesmo texto encontra-se geralmente na intersecção de múltiplos gêneros. Se há gênero a partir do momento que vários textos se submetem a um conjunto de coerções comuns e que os gêneros variam segundo os lugares e as épocas, compreender-se-á facilmente que a lista dos gêneros seja, por definição, indeterminada. p.35

Apesar dos gêneros se mesclarem, conceitualmente é feita distinção entre eles. Considera-se como texto narrativo aquele que relata as mudanças progressivas de estado que vão ocorrendo com as pessoas e as coisas através do tempo. Nesse tipo de texto, os episódios e os relatos estão organizados numa disposição tal que entre eles existe sempre uma relação de anterioridade ou de posterioridade. Essa relação de anterioridade ou posterioridade é sempre pertinente num texto narrativo, mesmo quando ela venha alterada na sua seqüência linear por uma razão ou por outra.

Dissertação é o tipo de texto que analisa e interpreta dados da realidade por meio de conceitos abstratos, isto é, a referência ao mundo real se faz através de conceitos amplos, de modelos genéricos, muitas vezes abstraídos do tempo e do espaço. A descrição é um processo de enumeração. Na descrição e na narração, predominam termos concretos, que se referem a pessoas ou coisas do mundo real ou presumivelmente real. A finalidade principal da narração é o relato das transformações, o objetivo principal da dissertação é a análise e a interpretação das transformações.

Kleiman (2000) diferencia as estruturas narrativa e expositiva em função do aspecto temporal. A estrutura narrativa se caracteriza pela marcação temporal cronológica (no uso dos diversos tempos para sinalizar diversos momentos narrativos há referências a diversos momentos no tempo real da história, uma vez que o momento em que se dá a ação é importante para o desenrolar da mesma), e pela causalidade (o porquê do fato, sua motivação são importantes também para desenvolver a história). Já na estrutura expositiva, a orientação temporal é irrelevante, impossível de ser especificada, ou restritiva demais. Pode-se dizer que a ênfase é temática, está nas idéias e não nas ações.

De acordo com Brandão (2002) para que haja uma narrativa, seis constituintes devem estar reunidos:

- a) pelo menos um ator antropomorfo constante, individual ou coletivo, que garanta a unidade de ação;
- b) passagem de um estado para outro através de uma série de acontecimentos encadeados;
- c) sucessão mínima de acontecimentos ocorrendo em um tempo t e depois t mais n ;
- d) um processo em que se constrói uma intriga com a integração dos fatos em uma ação única;
- e) causalidade narrativa: uma lógica singular em que o que vem depois aparece como tendo sido causado por algo anterior. Sob uma ordem cronológica repousa a ordem das causas;
- f) um fim sob forma de avaliação final explícita ou a derivar. p.29 e 30

Todo esse processo de constituição do gênero narrativo, em que o elemento principal é a ação, exerce uma atração sob o leitor. Além da dinâmica da narração, o gênero narrativo atrai por ser o mais próximo da linguagem cotidiana, da linguagem corriqueira. A narrativa, que é uma forma de se narrar uma ou mais histórias, é a linguagem que mais se aproxima do dia-a-dia das pessoas. Quem não gosta de ouvir ou de contar uma história?

Biografias

Considero, tendo como base o que foi relatado acima, que a utilização de textos do gênero narrativo no ambiente escolar tende a prender mais a atenção e a despertar maior interesse do aluno pela leitura. Os dois livros, em que seus funcionamentos em sala de aula estão em análise, são biografias, ou seja, narram a história de uma única personagem, especificamente, a vida dos cientistas Newton e Einstein, respectivamente.

Independente do gênero narrativo, a biografia por si só tem um certo poder de sedução. Ela satisfaz a curiosidade que o leitor tem sobre o passado de vidas célebres e ainda permite que este se projete em outras vidas e em diferentes tempos. Como afirma Vilas Boas (2002):

(...) As biografias sugerem o universal embutido na particularidade de um indivíduo. É como se o leitor se deliciasse com o fato “de não estar sozinho no mundo”, de poder compartilhar sua própria história com outra pessoa, não importando a época.(...) p.37

Ao se questionar sobre a categorização da biografia, esse autor ressalta o caráter transdisciplinar desse gênero, à medida que combina recursos e conceitos de vários campos de conhecimento. Entre as diversas áreas intercambiadas estão, segundo Vilas Boas, a história, a

sociologia, a psicologia, a literatura, a filosofia e o jornalismo. Para ele, o caráter híbrido e a transdisciplinariedade da biografia são demonstrados pelos três campos narrativos coincidentes: a escrita histórica, a literária e a jornalística.

Os biógrafos, de acordo com Vilas Boas, operam o que os novos-historiadores chamam de “mundo das experiências comuns”, que incluem novas formas narrativas, como micronarrativas, narrativas de frente para trás (flashback) e histórias que se movimentam entre os mundos público e privado ou apresentam os mesmos acontecimentos a partir de múltiplos pontos de vista.

Além do foco no elemento humano, a biografia se aproxima da literatura pela utilização das principais técnicas literárias. São elas: construção cena-a-cena, diálogos, alternância de foco narrativo e reconstituição minuciosa. A primeira técnica consiste no relato detalhado do acontecimento à medida que ele se desenvolve, desdobrando-o ao leitor, como em uma projeção cinematográfica. Os diálogos envolvem o leitor mais completamente do que qualquer outro recurso de estilo. A alternância de foco narrativo é a técnica de apresentar cada cena ao leitor por meio dos olhos de um personagem particular, dando àquele a sensação de estar dentro da mente do personagem. A quarta técnica trata-se de reconstruir cenários, hábitos e outros detalhes simbólicos que a cena ou a época possam conter.

As correlações entre biografia e literatura, como destaca Vilas Boas, não se estendem ao personagem. O personagem biográfico não pode ser uma invenção do autor (biógrafo). Em ficção, o indivíduo é projetado como real, mas totalmente determinado pela criação. A criação é a razão de ser do personagem de ficção. Em uma biografia é exatamente o oposto. O biógrafo parte de um real. O personagem central, para o biógrafo, só pode existir como um personagem de não-ficção. O autor não pode criá-lo esquematicamente nos planos físico e psíquico. Outra distinção é que a narrativa literária ficcional não exige a “pesquisa documental” típica do fazer biográfico.

Para Vilas Boas, o livro-reportagem, uma forma de narrativa jornalística não-periódica, aproxima o jornalismo da biografia. O autor destaca que como a biografia exige o emprego de recursos variados de redação (narração, descrição, exposição e diálogos), não é possível encontrar semelhanças com a produção industrial do jornalismo cotidiano. Já o livro-reportagem, por não ter que seguir as pressões de tempo do jornalismo diário, desenvolve narrativas mais próximas das biografias, como o relato dos acontecimentos com seqüência e andamentos lógicos. Esses acontecimentos captam e envolvem o leitor, conduzem-no para outros tempos, de forma semelhante ao que ocorre nas leituras de biografias.

Por possuírem particularidades comuns às biografias, os livros *Isaac Newton e sua maçã* e *Albert Einstein e seu Universo Inflável* podem ser considerados um misto entre divulgação científica e literatura. Ao mesmo tempo em que têm como principal finalidade divulgar o conhecimento científico a um público não especializado, e por isso são considerados de divulgação científica, esses livros valem-se da narrativa biográfica, a qual se origina do conjunto de diversos saberes, entre eles da literatura.

Relação entre ciência e literatura

Vierne (1994) faz uma retrospectiva sobre a relação entre a ciência e a literatura. De acordo com a autora, a partir do século XVII começa a instaurar-se um “divórcio” entre essas ordens de conhecimento, pois as teorias dos cientistas principiam a revestir-se de uma expressão própria. O “divórcio” se instala, de fato, no século XIX:

A razão é porque a ciência passa a ser muito complexa; ela não mais se preocupa em explicar o mundo, conquanto se estabeleçam algumas filosofias a partir dos seus dados (o positivismo, o cientificismo...). Ela se dedica aos problemas por setores mais e mais de ponta, para usarmos uma expressão moderna, onde só os especialistas têm condições de se aventurar. É difícil então transmitir os seus resultados numa linguagem corrente. p.80

No fim do século XIX e início do século XX, o poeta, de acordo com Vierne, se sente recalçado pelo discurso científico e o discurso literário assume os contornos de um ornamento. Depois da Segunda Guerra Mundial, o fenômeno se agrava, a ponto de a literatura ter dois caminhos: a literatura engajada ou a atrelagem a um discurso que se esforça por possuir um status científico.

Superado o período de oposições inicia-se um fenômeno novo em que os próprios cientistas partem em busca de um sentido para suas descobertas. E na procura desse sentido passam pela literatura:

(...) o cientista desceu da sua torre de marfim, e nos convida a entrar no Templo que, diga-se de passagem, não ocorre sem um certo prazer de transgressão para os profanos em ciência, que são os numerosos leitores... E ele o faz utilizando recursos que essencialmente não diferem de todo escritor, de todo literato. A diferença está unicamente na qualidade da pessoa que tomou a si o encargo de “dizer” a visão do mundo (...). p.92

Considerações como as de Zanetic (1998) também mostram a forte relação entre literatura e cultura científica. O autor discute algumas das grandes sínteses elaboradas por cientistas de diferentes épocas e aponta diversos aspectos literários representados por escritores que viveram nessas mesmas épocas.

Zanetic aponta duas famílias de autores. A primeira seria a dos cientistas com veia literária, que compreenderia aqueles indivíduos diretamente relacionados com a produção científica mas que, pelos diferentes motivos, acabaram produzindo obras científicas ou não, que podem perfeitamente ser “lidas” também como obras literárias. Nessa família estão Giordano Bruno, Johannes Kepler, Galileu Galilei, Isaac Newton, Charles Darwin, Albert Einstein, George Gamow, entre outros.

Uma segunda família seria a dos escritores com veia científica. Nessa família inclui aqueles autores que, com menor ou maior conhecimento das grandes sínteses científicas e suas implicações, produziram obras literárias utilizando tal conhecimento como fonte inspiradora do conteúdo quanto como guia metodológico-filosófico. Estão aí incluídos Luiz de Camões, Edgar Allan Poe, Gustave Flaubert, Jules Verne, Robert Musil, Monteiro Lobato, Bertold Brecht, Jorge Luiz Borges, Primo Levi, entre outros.

Lajolo (1996) percebe uma aproximação entre a linguagem da ciência e a da literatura. A autora considera que elas se aproximam por serem ambas ruptura dos usos correntes e cotidianos da linguagem. De acordo com ela, ambas convidam o leitor/ouvinte a, solidariamente com o escritor/enunciador/narrador crerem na existência daquilo cuja existência inventam/postulam, ao mesmo tempo em que frisam sua inexistência, anterior e exterior ao texto.

Para demonstrar a aproximação das linguagens, a autora substituiu a expressão “era uma vez”, tão corrente na narrativa infantil, pela expressão “seja”, determinante da linguagem científica. Mesmo sendo possível a alteração, as construções causam estranheza porque o leitor já está acostumando com as convenções da linguagem da ciência quanto com as convenções da linguagem da literatura. Lajolo conclui que:

(...) ambas se cruzam, apontando uma para a criação de um universo por assim dizer autônomo e autocentrado (a linguagem da poesia) e outra para um universo que se despoja da ambigüidades e de aderências para, de forma mais cristalina, simular a possibilidade de mergulho no mundo dos seres sem a mediação sempre embaraçosa das palavras (a linguagem da ciência); são ambas convenções, construções humanas embebidas de historicidade.

Em defesa de que os textos de divulgação científica devam apresentar um estreito vínculo entre literatura e ciência está os trabalhos de Mora (1998). De acordo com a autora, tratar um tema científico com o conceito criativo da literatura no sentido de uma forma de expressão pessoal e inovadora deve ser o ideal da obra de divulgação.

Por outro lado, Massarani (2000) aponta entre os cuidados que se deve tomar ao lançar mão de recursos literários está “o de se distanciar demasiadamente da realidade: ao se criar uma situação onírica ou irreal, pode-se estar passando para o leitor a idéia de que aquele tema científico é apenas uma ficção.” p.63

II- Análise de discurso como suporte teórico-metodológico

Após, no capítulo anterior, abordar as características da ciência, do discurso científico, da divulgação científica e do conhecimento escolar, passo agora a introduzir noções teóricas que julgo contribuirão significativamente para a compreensão de leituras dos textos de divulgação científica em classes do ensino médio.

Para a análise dos objetos de estudo (episódios de diálogos em sala de aula e bilhetes produzidos pelos alunos), utilizei o referencial da análise de discurso da escola francesa, elaborado a partir de trabalhos de Michel Pêcheux. A importância que a análise de discurso dá à exterioridade, ou seja, às condições de produção na atividade discursiva, faz com que eu considere esse referencial adequado para buscar compreender o funcionamento da leitura de divulgação científica em determinadas situações escolares.

Já foi ressaltado por Zuccolillo (2000), que o problema metodológico desse dispositivo teórico-analítico não está na elaboração de técnicas para coletar os enunciados, mas na leitura dos mesmos. Como diz a autora:

“A dificuldade não se coloca para nós na elaboração de técnicas ‘mais adequadas’ (questionários de um ou outro tipo, por exemplo) para fazer ‘vir à tona’ os enunciados que mostrem e não encubram os ‘reais’ sentimentos ou crenças do sujeito, que poderiam estar ‘por trás’ do que ele diz. Todos os enunciados serão pertinentes, pois tudo o que o sujeito disser ‘mostrará’, desde que saibamos ‘ler’, suas relações com esse processo discursivo (ideológico) do qual suas palavras fazem parte e a partir do qual se explicam”.

Ao questionar a existência de dados em análise de discurso, Orlandi (1996) afirma que esses são os discursos. De acordo com essa autora, para a análise de discurso não existem dados enquanto tal, uma vez que eles resultam já de uma construção, de um gesto teórico. E é nessa construção que entra toda a questão da interpretação, o que leva a análise de discurso a se apresentar como uma teoria da interpretação.

Isto significa que a interpretação está na base da constituição do sentido. Não que a análise de discurso vise interpretar os textos, mas sim detectar os gestos de interpretação que neles se inscrevem. Recorremos à análise de discurso em busca das interpretações que podem estar sendo produzidas no processo de linguagem. Assim, é nosso objetivo identificar as formas como se produzem os sentidos nos diálogos em sala de aula e nos textos produzidos pelos alunos.

Orlandi (2001) considera que não há sentido sem interpretação; a interpretação está presente em quem fala e em quem analisa; e, portanto, a finalidade do analista de discurso não é interpretar,

mas compreender como um texto funciona, ou seja, como um texto produz sentidos. O que importa para o analista de discurso é responder questões como, “qual é a relação entre o falante e o ouvinte?” Ou, “qual o contexto em que cada um fala?”. Perguntas como, “o que determinado texto significa?” ou, “qual é a sua função?” não são adequadas nessa abordagem. Isso porque nelas os sentidos estão associados a sujeitos localizados, enquanto que para a análise de discurso os sentidos e sujeitos se constituem mutuamente.

Para compreender o funcionamento da linguagem é preciso que o analista compreenda naquilo que o sujeito diz, aquilo que ele não diz, mas que constitui igualmente os sentidos de suas palavras, além de ser necessário relacionar o que é dito de um modo com o que é dito de outro. O suporte teórico da análise de discurso me ajudou, ao fazer as análises, a entender as interpretações nos discursos formulados pelos estudantes em diferentes situações.

Dessa forma, as reflexões sobre os discursos que procuro fazer neste trabalho estão sustentadas na intenção de determinar as condições de produção e efeitos de sentidos, ou seja, quais as posições de quem diz, onde e quando o discurso foi feito. Isto é, a partir dos discursos dos estudantes procurei compreender suas interpretações e identificar que outras condições de produção, além das imediatas em sala de aula, levaram a formulações de seus discursos.

Após apresentar, resumidamente, os objetivos da análise de discurso e do analista de discurso, acredito que seja importante destacar alguns conceitos essenciais para o desenvolvimento da análise, ainda que algumas dessas noções não venham a ser utilizadas em sua totalidade na análise dos discursos obtidos em sala de aula. Primeiramente é preciso levar em conta que a linguagem é uma produção humana, não sendo, nem natural e nem transparente, e, por isso mesmo, o texto tem mecanismos de funcionamento próprio. Mais do que isso: os sentidos não estão fixados, nem podem ser quaisquer um, e não estão restritos ao texto propriamente dito.

Compreender o movimento dos sentidos implica em buscar as condições de produção dos discursos. Em sentido amplo, as condições de produção incluem o contexto sócio-histórico e ideológico de formulação dos textos, do qual fazem parte os sujeitos (quem escreve/sujeito-autor e quem lê o texto/sujeito-leitor), as posições em que eles se situam, e suas memórias discursivas. O aporte da noção de condições de produção permite que pensemos aspectos das relações escolares e suas mediações, por isso é um referencial importante para este trabalho.

Convém ressaltar que o conceito de discurso, empregado na análise de discurso, é o da linguagem em construção, ou seja, aquele em que se considera que as relações estabelecidas pelos

interlocutores, assim como o contexto, são constitutivos da significação do que se diz. Daí a noção de que discurso é um efeito de sentidos entre locutores.

Na concepção da análise de discurso, nem os sujeitos, nem os discursos, nem os sentidos estão prontos e acabados. Estão sempre se fazendo, em um trabalho contínuo. Os sujeitos e os sentidos podem ser outros ou não. O sentido do que é lido não se encontra nem no sujeito-leitor nem no texto, mas se constitui como efeito do processo discursivo de interação entre os sujeitos, autor e leitor. As condições de produção nos indicam que existe uma história de quem diz e de quem lê, e esta é constitutiva de quem lê ou ouve e de quem escreve ou fala.

Todas essas considerações são fundamentais para, neste trabalho, compreender o funcionamento da leitura dos textos de divulgação científica e os sentidos dos discursos dos alunos. Por isso, nos itens seguintes procuro sinteticamente abordar alguns aspectos da análise de discurso.

Formações discursivas e ideológicas

A noção de formação discursiva é importante nesta pesquisa, pois me propus a analisar os discursos de diferentes formações discursivas (autores, estudantes e pesquisadoras) em funcionamento na sala de aula.

O sentido das palavras vem das posições de quem as emprega, ou seja, das formações discursivas nas quais essas posições se inscrevem. O lugar a partir do qual fala o sujeito é constitutivo do que ele diz. Assim, suas palavras significam de modo diferente de acordo com sua posição. Dessa forma, palavras iguais podem significar diferentemente porque se inscrevem em formações discursivas diferentes.

A formação discursiva se define como aquilo que numa formação ideológica dada (isto é, a partir de uma posição dada em uma conjuntura sócio-histórica dada) determina o que pode e deve ser dito. As palavras recebem, pois, seu sentido da formação discursiva na qual são produzidas.

A formação discursiva é, enfim, o lugar da constituição do sentido e da identificação do sujeito. É nela que todo sujeito se reconhece (em sua relação consigo mesmo e com outros sujeitos) e aí está a condição do famoso consenso intersubjetivo (a evidência de que eu e tu somos sujeitos) em que, ao se identificar, o sujeito adquire identidade (Pêcheux, 1975). É nela também, como dissemos, que o sentido adquire sua unidade. (Orlandi, 2001, p.58)

Da formação discursiva surge outro conceito essencial. Para a análise de discurso, os indivíduos são interpelados em sujeitos falantes (sujeitos de seus discursos) pelas formações discursivas que, por sua vez, representam as formações ideológicas que lhes correspondem. Nesse referencial teórico, a ideologia tem papel importante no funcionamento da linguagem e na constituição do sujeito.

Na análise de discurso, a ideologia não possui um sentido negativo de ocultação da realidade, de falsa consciência, não é vista como conjunto de representações da realidade ou como visão de mundo. A ideologia é entendida, na análise de discurso, como a relação necessária existente entre o sujeito e suas condições materiais de existência. O indivíduo é interpelado em sujeito pela ideologia para que se produza o dizer. A constituição do sujeito pela análise de discurso é de uma forma não-subjetiva, ela não parte do sujeito individual, mas de considerar este sujeito nas suas relações sociais levando em conta o histórico e ideológico.

Segundo Orlandi (2000) não há discurso sem sujeito nem sujeito sem ideologia. O discurso se constitui como o lugar específico em que se pode observar a relação entre língua e ideologia. Em outras palavras, a materialidade específica da ideologia é o discurso e a materialidade específica do discurso é a língua. Na análise de discurso, a materialidade se relaciona com a exterioridade e historicidade, sendo a historicidade a relação com as condições de produção.

No discurso, como no sujeito, a relação com o mundo se dá pela ideologia. A ideologia está presente no interdiscurso que inclui os discursos já produzidos que o sujeito tem na memória, mas que estão esquecidos. Em sua definição, a memória discursiva ou interdiscurso é o conjunto de dizeres já ditos e esquecidos que determinam o que dizemos. Ou como define Maingueneau (1997):

O interdiscurso consiste em um processo de reconfiguração incessante no qual uma formação discursiva é levada a incorporar elementos pré-construídos (ou seja, produzidos em outros discursos, anteriores a ele e independentemente dele), produzidos fora dela, com eles provocando sua redefinição e redirecionamento, suscitando, igualmente, o chamamento de seus próprios elementos para organizar sua repetição, mas também provocando, eventualmente, o apagamento, o esquecimento ou mesmo a denegação de determinados elementos. p.113

A memória, concebida pelo interdiscurso, é irrepresentável e estruturada pelo esquecimento. Orlandi (1996) ressalta que a formulação do dizer se sustenta no processo de constituição do discurso que se explicita a partir da memória, do domínio do saber e dos outros dizeres já ditos ou possíveis. Em resumo, para que nossas palavras façam um sentido é preciso que

(já) signifiquem. É bom ressaltar que a memória discursiva é diferente da memória de arquivo, que é discurso documental, institucionalizado, memória que acumula.

Por causa desse esquecimento o sujeito tem a ilusão de que é origem de seu discurso, quando, na realidade, retoma sentidos preexistentes. Os sujeitos, aqui compreendidos como sujeito-autor e sujeito-leitor, “esquecem” o que já foi dito – e este não é um esquecimento voluntário – para, ao se identificarem com o que dizem, se constituírem em sujeitos. A noção de interdiscurso traz para reflexão sobre a linguagem a consideração do inconsciente e da ideologia, como aponta Orlandi (2000):

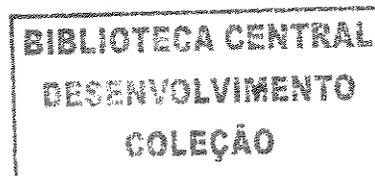
“Ao falarmos nos filiamos a redes de sentidos mas não aprendemos como fazê-lo, ficando ao sabor da ideologia e do inconsciente. Por que somos afetados por certos sentidos e não outros? Fica por conta da história e do acaso, do jogo da língua e do equívoco que constitui nossa relação com eles. Mas certamente o fazemos determinados por nossa relação com a língua e a história, por nossa experiência simbólica de mundo, através da ideologia”. p.34

Múltiplos sentidos

A partir do conceito de discurso elaborado pela análise de discurso – efeito de sentidos entre locutores - não se pode pensar mais no texto como uma unidade fechada. Como me proponho neste trabalho a compreender o funcionamento da leitura de textos de divulgação científica em sala de aula, é de extrema importância me apoiar no fato de que o texto, por não ser uma unidade fechada, abre-se para as diferentes possibilidades de leituras.

As variadas possibilidades de leituras, de acordo com Orlandi (2001), mostram o processo de textualização do discurso que sempre se faz com “falhas”, com “defeitos”. Para essa autora, na textualização do discurso, há uma distância não preenchida, há uma incompletude (como algo que não se fecha) que marca uma abertura do texto em relação à discursividade. A partir da noção de incompletude entende-se porque um mesmo texto pode ter inúmeras leituras.

Pensar o texto abrindo-se para a interpretação permite considerar que a relação entre discurso e texto está sempre sendo elaborada. Esta elaboração contínua entre texto e discurso pode ser observada na maneira como o sujeito se “ancora”, se “engata”, em um e não outro discurso, em um e não outro sentido, o que vai resultar em diferentes leituras. Por isso, quando Orlandi diz que o



texto é heterogêneo, ela está dizendo que o texto é afetado de muitas e variadas maneiras pela discursividade.

O texto, do ponto de vista da análise de discurso, é onde se desenvolve o processo de interação entre ouvinte, autor e leitor. A unidade do texto é tão complexa que seus sentidos não estão contidos exclusivamente em um ou outro de seus interlocutores, mas no espaço discursivo de ambos: não estão, menos ainda, em um outro segmento isolado que compõe o texto, mas na unidade a partir da qual esses segmentos se organizam. Por isso o texto é visto como algo inacabado, em função das suas condições de produção, isto é, da situação, da intertextualidade e dos interlocutores.

A incompletude do texto e a intertextualidade estão interligadas. O texto é incompleto porque tem a ver com a exterioridade (contexto em que se dá a leitura) e com outros textos (intertextualidade). Pela noção de intertextualidade entendemos que um texto tem relação com outros textos nos quais ele nasce (sua matéria-prima) e/ou outros para os quais ele aponta (seu futuro discursivo).

Pelo suposto da análise de discurso, o autor se relaciona com o texto, não com o discurso. Há um movimento, embora não contínuo, entre memória, discurso e texto. Não há uma passagem direta entre eles. O autor precisa recuperar na memória todos os dizeres (ditos e não ditos) para textualizar o discurso. Essa textualização do discurso se faz com “falhas” ou “equívocos”. O texto traz os vestígios da memória. Dessa forma, a formulação é uma entre outras possíveis em relação à memória.

Concepções de leitura

Por considerar essencial a reflexão sobre as possibilidades da leitura, detenho-me, neste item, um pouco mais nessa questão. Não tenho a pretensão de esgotar todas as discussões sobre o assunto, mas de apresentar algumas noções da análise de discurso em relação ao processo de leitura.

A leitura, na perspectiva da análise de discurso, é considerada o momento crítico da constituição do texto, pois é o momento privilegiado do processo de interação verbal: aquele em que os interlocutores, ao se identificarem como interlocutores, desencadeiam o processo de significação. É nessa interação que os interlocutores instauram o espaço da discursividade. Autor e

leitor confrontados definem-se em suas condições de produção e os fatores que constituem essas condições é que vão configurar o processo da leitura

A perspectiva discursiva na reflexão sobre leitura deve, conforme Orlandi (2001) submeter-se aos seguintes fatos:

- a) o de pensar a produção da leitura, e logo a possibilidade de encará-la como possível de ser trabalhada (se não ensinada);
- b) o de que a leitura, tanto quanto a escrita, faz parte do processo de instauração do(s) sentido(s);
- c) o de que o sujeito-leitor tem suas especialidades e suas histórias;
- d) o de que tanto o sujeito quanto os sentidos são determinados histórica e ideologicamente;
- e) o fato de que há múltiplos e variados modos de leitura;
- f) finalmente e de forma particular, a noção de que a nossa vida intelectual está intimamente relacionada aos modos e efeitos de leitura de cada época e segmento social. p.8

Convém lembrar que, os sentidos, como são pensados na análise de discurso, constituem-se por filiação a redes de memória, na relação com a língua e a história, e em que trabalham a ideologia e o inconsciente. A análise de discurso propõe que se inaugurem novas práticas de leitura, constituindo-se em outras “escutas” que permitam levar em conta os efeitos e explicitar a relação discursiva com esse saber.

O princípio dessas práticas de leitura consistiria em levar em conta a relação do que é dito em um discurso e o que é dito em outro, o que é dito de um modo e o que é dito de outro, procurando “escutar” a presença do não-dito no que é dito: presença produzida por uma ausência necessária. Nessas “novas” leituras, propostas pela análise de discurso, são dadas relevância aos mecanismos de linguagem, ao simbólico, e ao histórico-social.

Orlandi (2001) chama atenção para a existência das “histórias das leituras” que têm a ver com a historicidade que rege a relação dos sujeitos com os textos (história do sujeito-leitor) e com o fato de que há uma história de leituras que afeta o texto. Assim o mesmo leitor não lê o mesmo texto da mesma maneira em diferentes momentos e em condições distintas de produção de leitura, e o mesmo texto é lido de maneiras diferentes em diferentes épocas, por diferentes leitores. Dessa forma, a autora afirma que:

Podemos mesmo dizer que as leituras têm suas histórias, no plural. Não há leituras previstas por um texto, em geral, como se o texto fosse fechado em si mesmo e auto-suficiente. Há leituras previstas para ele. Mas mesmo ao se reconhecer que há leituras previstas para um texto, importa cuidar-se para que não se petrifiquem essas leituras previstas, a fim de que possa acontecer a leitura nova, tanto quanto possível. p.88

Assim a leitura, na análise de discurso, é concebida como trabalho simbólico, uma produção social, tendo em sua base a variação, comportando como no texto outras formulações. Orlandi chama de variação o princípio segundo o qual todo texto tem pontos de deriva possíveis, deslizamentos que indicam diferentes possibilidades de formulação.

Por isso toda leitura tem sua história. Conseqüentemente para um mesmo texto, leituras são possíveis em certas épocas e não foram em outras, ou as que não são possíveis hoje serão no futuro. Dessa forma, a leitura não tem a ver só com a situação em que ocorre, mas depende de outras leituras e do próprio contexto de vida do leitor.

A partir dessas reflexões, Orlandi chega a uma outra definição de leitura: trabalho simbólico no espaço aberto de significação que aparece quando há textualização do discurso. Nesse processo há muitas versões de leitura possíveis, vários efeitos-leitor produzidos a partir de um texto e diferentes possibilidades de leitura que não se alternam, mas coexistem.

Leitura em situações de ensino

Essas noções de leitura no contexto da análise de discurso devem ser levadas em consideração quando se pensa em trabalhar com leitura em sala de aula. É necessário considerar os estudantes, sejam eles sujeito-escritor ou sujeito-leitor, como produtores de sentidos e indivíduos com suas histórias de leitura. Nesta perspectiva, o ensino escolar pode contribuir para a construção da história de leitura dos estudantes, assim como da história dos sentidos dos textos.

Convém lembrar que o texto escrito em funcionamento em sala de aula possibilita mediações que ocorrem com outras mediações, entre os próprios alunos, entre estes e o professor. Sem esquecer que os significados de um texto ficam vinculados a leituras anteriores (intertextualidade) e a outros aspectos das histórias de vida de seus leitores.

Portanto, pensar a leitura em sala de aula implica em considerar a multiplicidade de modos de leitura e de sentidos, já que no espaço escolar, lendo um mesmo texto, encontram-se diferentes sujeitos-leitores, com histórias de vida e leitura distintas. Como Silva e Almeida (1998), apropriadamente, comentam:

“Tomar o sujeito como condição de leitura significa levar em consideração sua história de leitura e de vida, o que implica em admitir outros significados e não apenas os atribuídos pelo professor, que possui uma história de leitura diferente da do aluno. A escola não trabalha com leitores

prontos e iguais, fato que comumente é negligenciado, mas interfere de modo constitutivo na história de leitura dos sujeitos”. p.138

Silva e Almeida (1998:140) ainda ressaltam que um dos aspectos essenciais das condições de produção da leitura em sala de aula é o papel mediador do professor na relação do aluno com os textos escritos. Como é o professor que coloca o texto para ser lido, é a relação professor-aluno que estabelecerá critérios para a leitura deste texto, sendo em primeira instância a leitura do professor interposta entre o texto e o aluno. Todavia quando se considera, nas interações escolares, os alunos como sujeitos produtores de sentidos, e práticas cotidianas de sala de aula são alteradas, há maior envolvimento dos alunos na leitura e nas atividades que a envolvem, e emergem, além de concepções alternativas, sentimentos, emoções e conhecimentos relacionados à circulação do discurso científico em nossa sociedade. Os autores concluíram que:

“A instauração de um contexto de leitura que privilegie a produção de sentidos múltiplos nas aulas de física: permite um maior conhecimento sobre os alunos por parte do professor, o que pode melhorar a qualidade das interações em aula; contribui para o estabelecimento de continuidades e rupturas entre as idéias dos alunos e as da física, entre a linguagem comum e a linguagem científica, ou seja, media o saber científico; contribui para a (re)construção de uma história de leitura que possibilita o acesso ao saber após a saída da escola”. p.161

Ao refletir sobre a leitura em sala de aula, Orlandi (2001) destaca que ensinar significa trabalhar o efeito-leitor com o próprio aprendiz. E isso visa interferir na imagem que ele tem de texto e de leitura, sendo necessário para isso mexer com a capacidade que esse sujeito tem de construir arquivos. A autora afirma que não é o que se lê que importa na construção do arquivo, mas fazer o sujeito perceber que há relações de sentidos que transitam.

Sob a perspectiva teórica da análise de discurso torna-se importante compreender como pode ser a leitura dos estudantes e qual o ponto de vista que esses leitores podem utilizar para essa leitura. De forma geral, o modelo de leitura habitualmente utilizado pelo professor em sala de aula é de fazer com os alunos busquem na leitura se apropriar do conhecimento científico, não havendo espaço para que os estudantes produzam sentidos, já que professor apresenta a sua interpretação como única.

Parto da hipótese que essa possa ser a contribuição da leitura de divulgação científica em sala de aula. Diferente do modelo habitualmente disponibilizado na escola, a leitura de textos de divulgação científica abre espaço para que os estudantes manifestem suas interpretações e produzam sentidos.

Outros trabalhos, especialmente os relacionados ao ensino de ciência, também tiveram a preocupação de oferecer abertura e valorização do espaço a verbalizações orais e escritas dos estudantes. Silva (1997) analisou os processos de leitura em aulas de física no ensino médio. A análise das informações coletadas na primeira etapa da pesquisa revelou um contexto de leitura caracterizado pelo uso de um único tipo de texto, apresentando exclusivamente produtos do conhecimento da física, cujo uso estava relacionado apenas à prática de resolução de exercícios de livros didáticos. Nesse contexto, a voz dos sujeitos-leitores aparecia encoberta caracterizando uma situação de simulação de leitura.

Na busca de superação dessa situação, na segunda etapa do trabalho, Silva interveio no contexto da leitura em diferentes momentos, elaborando e aplicando diferentes estratégias, modificando o tipo de texto utilizado, as formas de interação com os alunos, o tipo de requisição proposta aos alunos na forma de questões por escrito. A abertura à voz dos alunos, tanto nas interações verbais orais como nas intervenções verbais mediadas por questões escritas, propiciou a emergência de diferentes formas de pensamentos, diferentes modos de leitura e diferentes sentidos:

Em sua tese de Doutorado, Silva (2002) analisou como e que sentidos foram produzidos na leitura de imagens e textos escritos em aulas de física. Estas aulas tiveram como finalidades o estabelecimento de aproximações dos estudantes com múltiplos aspectos da cultura científica e contribuir para a formação de leitores. A abertura e valorização do espaço a verbalizações orais e escritas dos estudantes resultaram em grande envolvimento e interesse pela disciplina por parte dos estudantes, os quais tornaram suas vozes constitutivas do conhecimento escolar. Sobre o espaço discursivo escolar, o autor diz que:

Se é fundamental a participação do estudante no espaço discursivo escolar, é preciso considerar que o discurso dos estudantes se inscreve numa história e é constituído também “fora” da escola. Nesta instituição, este discurso é posto em contato com outro discurso, o científico. É uma determinada maneira de relacionar esses discursos que configura o espaço discursivo escolar e os conhecimentos que ali são produzidos. p.189

Partindo do pressuposto que a leitura acontece somente durante a interação do sujeito e texto, Souza (2000) procurou estabelecer estratégias de mediação da linguagem e contribuir para o repensar curricular na última série do ensino fundamental, focalizando a leitura, a escrita e a experimentação. Machado (2001) buscou compreender o funcionamento da leitura de textos divergentes sobre a energia por estudantes de física. Introduzir a divergência, via leitura e

discussão de textos, de acordo com o autor, possibilitou a ação de um discurso polêmico que confrontou a tendência parafrástica do discurso pedagógico e permitiu aos alunos resignificação de conceitos.

Escrita e a constituição discursiva

A escrita neste trabalho é considerada como uma atividade relacionada à constituição discursiva do sujeito, na medida em que ele exercita sua memória. Ao promovermos uma atividade escrita (elaboração de bilhetes) com estudantes de classes do ensino médio tivemos como objetivo possibilitar a autonomia deles e permitir que se expressassem livremente, ou seja, produzissem sentidos.

Para refletir sobre as possibilidades da escrita cito as observações feitas por Oliveira (2001:39). Essa autora atesta que assim como o diálogo, o ato de escrever se relaciona com outras obras, aquelas a que ela responde e aquelas que lhe respondem. É nesse sentido que o texto do aluno está imerso numa rede de outros textos do ambiente escolar mantendo com eles relações dialógicas.

Oliveira analisa as possibilidades da escrita, suas concepções e uso, segundo a visão de diversos autores (Olson, Garcez, Tfouni, entre outros). De acordo com Oliveira, esses autores apontam incessantemente para a questão cultural da escrita, ou seja, a interferência do outro em seu desenvolvimento e, com isso, as mudanças nas formas de pensamento que ela pode acarretar.

Na revisão bibliográfica que fez entre as pesquisas utilizando a escrita no ensino de biologia, física e ciências, Oliveira concluiu pela generalização da supremacia da escrita, sendo esta vista de forma a sempre levar o aluno a progredir seja por facilitar a memorização ou a aprendizagem de novos conceitos ou ainda colaborando na conscientização das dificuldades.

A autora percebeu em sua análise que não há uma relação íntima e linear entre qualquer escrita e mudança no pensamento, mas que depende de alguns fatores, como a situação em que ela ocorre, o gênero adotado, as interações e mediações que a possibilitaram.

Na opinião de Oliveira, existe uma visão muito simplista da apropriação da escrita numa investigação se esta não a analisar como uma forma discursiva que envolve as condições de sua produção, isto é, o falante, o ouvinte, o contexto da enunciação, o contexto histórico-social, as formações imaginárias e o interdiscurso.

III – Procedimento de obtenção e análise das informações

Após ter assinalado, no capítulo anterior, o porquê da escolha do referencial da análise de discurso passo nos itens a seguir a relatar a experiência na escola. Minha intenção, neste capítulo, é mostrar a forma de realização da pesquisa, ou seja, como ocorreu a interação com os alunos e como foram coletados os discursos analisados nos capítulos posteriores. É bom frisar que a pesquisa não estará analisando uma atividade escolar regular. As atividades propostas em sala de aula não exigiram dos alunos preocupação com o aprendizado de conteúdo e com a avaliação do professor.

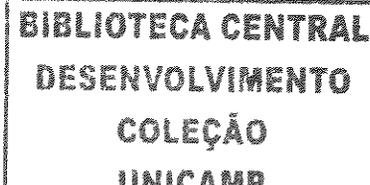
A metodologia de pesquisa utilizada teve como base o referencial teórico das abordagens qualitativas. Segundo os teóricos dessas abordagens, as observações devem ser registradas e detalhadamente copiladas, havendo a reprodução dos diálogos originais. Para seguirmos um referencial qualitativo e melhor descrever o que se passa em sala de aula fizemos gravações em vídeo e fitas cassetes.

Convém recorrer às reflexões de Carvalho (1996) sobre a tomada de dados com o auxílio de gravações em vídeo. Para a autora, o exame do vídeo “introduz uma mudança de paradigma na análise dos dados, possibilitando aos investigadores aprofundar suas reflexões teóricas numa relação dialógica com os dados empíricos.” p.9

Carvalho chama atenção para o fato de que a gravação em vídeo permite que se possa ver e rever a aula quantas vezes forem necessárias e isso traz às pesquisas uma coleção de dados novos, que não seriam registrados pelo melhor observador situado na sala de aula. No entanto, ela reconhece que o uso da câmara em sala de aula, tal como a presença de um observador ou ações do entrevistador, pode interferir no comportamento dos sujeitos que estão sendo investigados, mas não o suficiente para invalidar a coleta de dados, no meu caso, das falas, de onde selecionaria os discursos a serem analisados.

Turmas

Com o objetivo de definir as turmas, as disciplinas nas quais seria desenvolvida a pesquisa e para conversar com os professores das classes onde ela ocorreria foi feita uma primeira visita a uma escola pública da rede estadual, localizada na área central de uma cidade do interior do estado de São Paulo.



A opção por essa escola foi em função do trabalho compartilhado com uma colega de mestrado da Faculdade de Educação da Unicamp, professora de física¹. Um dos livros (*Isaac Newton e sua maçã*) que levei para leitura em sala de aula também foi usado por essa colega na disciplina física, em uma turma da mesma escola. Na primeira visita conversamos com os professores de física e história, de duas turmas do 2º ano do ensino médio.

Como nossos objetivos de pesquisa eram diferentes, os trechos que escolhemos para leitura não foram os mesmos nas turmas pesquisadas. Apenas a dinâmica em sala de aula foi semelhante, dividida em leitura do livro, período de discussão sobre o tema e elaboração de bilhete e/ou respostas de questões.

Tanto eu quanto a minha colega participamos das atividades desenvolvidas nas turmas, que tinham aulas de física, história e posteriormente geografia. Nas aulas ministradas por ela, eu a auxiliava fazendo as gravações em vídeo e fitas-cassete, e vice-versa. Além da ajuda operacional, essa minha colega teve importante papel nas relações estabelecidas com os alunos. Como os livros utilizados na pesquisa tratam de temas científicos, dos quais não tenho domínio, era a minha colega que intervinha para dar as explicações solicitadas pelos alunos sobre as leis da física.

Como o meu interesse de pesquisa era o funcionamento da leitura desses livros de divulgação científica, em aulas diferentes das da disciplina física, optei por procurar a colaboração de professoras das chamadas áreas de humanas, das disciplinas de história e geografia. O meu primeiro contato foi com uma professora de história de uma turma da 2º ano do ensino médio, a qual não fez nenhuma objeção à minha pesquisa, só me pedindo para incluir de alguma forma a problemática histórica. Por isso, durante as atividades e seleção dos trechos dos livros tive a preocupação de relacionar mais diretamente os fatos científicos com o contexto histórico.

Essa professora cedeu-me dois dias de aula, em novembro de 2003, com dois tempos seguidos, sendo de 50 minutos cada, de uma turma do turno da manhã. Em sua aula anterior ao desenvolvimento da minha pesquisa, a professora me apresentou a turma, quando então mostrei aos alunos os livros que seriam utilizados na semana seguinte e relatei os meus objetivos com a realização desse trabalho. Não houve questionamentos por parte dos alunos e a professora aproveitou o restante do tempo para dar continuidade ao conteúdo da disciplina.

Em junho de 2004, retornei à escola para dar continuidade à pesquisa. Estabeleci contato com as professoras de história e de geografia, sendo que dessa vez professoras das turmas do 1º

¹ Tatiana Lança

ano do ensino médio, também do turno matutino. O primeiro dia de pesquisa foi na aula de geografia, da turma B, e o segundo dia foi na aula de história, da turma C. Com ambas turmas, tive disponíveis dois tempos de aula, de 50 minutos cada. Em nenhuma delas fui apresentada anteriormente.

Na primeira ida à escola (no 2º semestre de 2003, na turma A) foram selecionados trechos dos livros *Isaac Newton e sua maçã* e *Albert Einstein e seu universo inflável* para leitura com os estudantes. O autor do livro *Isaac Newton e sua maçã* é Kjartan Poskitt, um inglês formado em Engenharia. Logo após concluir o curso, de acordo com informações disponibilizadas em seu site (www.kjartan.co.uk), Kjartan começou a trabalhar em programas de televisão, que tinham como tema ciência e matemática. Suas obras de maior importância são os livros da série *Murderous Maths*, que ensinam matemática de forma divertida e com jogos. A sua única biografia é a de Isaac Newton.

Mike Goldsmith, autor de *Albert Einstein e seu Universo Inflável*, é Ph.D em astrofísica e estuda a filosofia do tempo e do espaço, conforme dados de seu currículo acessíveis nos sites de livrarias virtuais (www.bookkoob.co.uk/books-by/mike+goldsmith.htm). Ele é autor de mais de 20 livros infanto-juvenis. Entre esses livros estão as publicações da série *Cientistas que fizeram História*, composta de biografias de diversos cientistas. Todos os outros livros de sua autoria estão relacionados a temas científicos, como *Cientistas e suas experiências*, *Mistérios do espaço* e *Inventores e suas idéias brilhantes*.

As ilustrações de ambos os livros foram feitas por Philip Reeve. É necessário dar destaque às ilustrações, pois são importantes recursos usados pelos autores com diferentes finalidades. Primeiro, as ilustrações possibilitam descontrair a leitura, normalmente são diálogos e/ou pensamentos dos cientistas com uma linguagem irônica e engraçada. Segundo, são fonte de conhecimento que auxiliam o leitor a compreender o conteúdo dos livros. Muitas das teorias da física, nestes livros, são explicadas ou complementadas com as ilustrações.

Primeira etapa da pesquisa

No primeiro dia de pesquisa, o livro trabalhado foi *Isaac Newton e sua maçã*. O capítulo escolhido, por se tratar de conteúdo científico, foi o de título *O livrão da Ciência* (Anexo 1). Naquele capítulo, o autor relata o processo de produção da obra *Principia*, os problemas

enfrentados pelo editor Edmund Halley e expõe os trechos técnicos (As leis newtonianas do movimento).

Nas duas primeiras partes do capítulo, o autor aguça a curiosidade do leitor sobre o processo de produção das leis científicas, não se detendo apenas nas teorias, mas narrando também as dificuldades financeiras para a publicação do livro e o embate enfrentado por Newton com o cientista Robert Hooke, que reclamava serem suas as idéias sobre a gravidade. O episódio entre Newton e Hooke é ironizado pelo autor, inclusive nas ilustrações. De certa forma, o autor denigre a imagem de Hooke e reforça em Newton o estereótipo do cientista.

Assim como no restante desse livro, a história é contada na ordem cronológica dos acontecimentos, mantendo a estrutura da narrativa. Parte da descrição de um estado em que se mostra a personagem em uma determinada situação (*Isaac trabalhou firme em seu grande livro durante um ano e meio.*); introdução de um elemento complicador (*Os problemas editoriais de Halley*); e o clímax (*apresentação da obra Principia*).

A partir da narração dos problemas enfrentados pelo editor Edmund Halley, o autor utiliza ilustrações, com trechos de supostos diálogos entre Halley e Newton, com ilustrações e diálogos ficcionais. Como já comentei, a ilustração é um recurso utilizado pelo autor aparentemente para dar leveza ao texto, e conseqüentemente, tornar mais engraçada e agradável a narração.

Embora a maior parte da narrativa seja centrada nas ações da personagem central (cientista), há trechos de diálogos entre o narrador e outros envolvidos na trama. É bom ressaltar que o diálogo é um recurso comumente utilizado na literatura. Segue o exemplo de um deles:

Está bem, sr.Hooke, vamos tentar ser justos. Alguns anos atrás, o senhor tinha escrito o seu Discurso sobre a natureza dos cometas, e é verdade que disse ali que todos os planetas e o Sol tinham sua gravidade própria, e citou a lei do inverso do quadrado, mas suas explicações eram frágeis e se baseavam no “éter”, que não existe. O caso é que o Isaac descobriu a lei do inverso do quadrado séculos antes do senhor, embora a tenha guardado em segredo. Além do mais, o senhor apenas faz suposições e não consegue provar coisa alguma. p.141

Do ponto de vista teórico, este episódio pode ser questionado, já que não aponta as fragilidades das explicações de Hooke. Como não estou analisando o conteúdo teórico do texto, me detenho à análise dos recursos. A ilustração, no episódio citado acima, vem dar condições para a concretização do diálogo. A continuação do diálogo se dá através da ilustração, em que num balão (igual aos de histórias em quadrinhos) está a resposta de Hooke (“Poderia provar, se quisesse, só que tenho mais o que fazer.”).

Há uma seqüência narrativa nesses diálogos, como quando, com traços de ironia, o narrador responde: “Ah, sim, claro que poderia”. A ilustração ainda completa este trecho com o possível diálogo de Halley com Newton. Na tentativa de resolver o problema com Hooke, Halley diz: “Escute, Isaac, não poderia dizer que o Robert Hooke ajudou você um pouquinho? O coitado chegou a ficar doente (...)” Newton responde: “Bem feito! Vou é apagar qualquer sinal do nome dele!”

É possível perceber, em alguns trechos do livro, a interação do narrador com o leitor, sempre de forma descontraída, tal como na página 143: “Na verdade, os Principia tinham 550 páginas, de modo que traziam alguns pequenos detalhes além disso, mas se você está lendo este livro na banheira e a água está começando a esfriar, eis as duas coisas principais que o livrão do Isaac diz (...)”

A seguir há a ilustração do leitor em uma banheira lendo um livro e vindo desse exemplar duas leis de Newton. Dando continuidade ao diálogo com o leitor, o narrador completa: “neste trecho, se quiser, você pode sair do banho e esvaziar a banheira. Quando voltar a este livro, pode até trapacear e recomeçar da página 158 (...)”. Aí está o mais importante para esta pesquisa. Pela maneira como o autor se dirige ao leitor, mesmo com algumas distorções, o importante é que nenhum aluno segue a instrução de pular os trechos teóricos. Há algo no livro que faz com que os alunos dêem prosseguimento à leitura. Daí surge um questionamento essencial para a análise de discurso: quais são as condições de produção desse livro que fazem com que os alunos não parem a leitura.

A resposta, a meu ver, está na linguagem. Mesmo nos trechos mais específicos, de conteúdo científico propriamente dito (Leis de Newton), a linguagem é narrativa e há a tentativa de envolvimento direto com o leitor, como na página 144: “Imagine que você esteja num carro, numa velocidade constante, numa estrada reta e plana. Se você fechar os olhos e tapar os ouvidos, não será capaz de dizer em que velocidade está se movendo – pode ser até que nem saiba se está parado ou não. Isso porque não há nenhuma força agindo sobre você e você pode ficar confortavelmente sentado no seu banco (...)”.

No segundo dia de pesquisa na turma A, o livro lido pelos alunos foi *Albert Einstein e seu Universo Inflável*. Ao contrário da primeira leitura, em que foi selecionado o 24º capítulo do livro *Isaac Newton e sua maçã* tendo como foco principal a teoria científica, neste livro foram

selecionados para leitura os dois primeiros capítulos (Anexo 2), referentes a porque Einstein é famoso e a história de seu nascimento.

No primeiro capítulo é feita uma apresentação do que o leitor encontrará ao longo da leitura. Além de conhecer uma lista das produções de Einstein (assim como no livro sobre Newton, não se pode falar em rigor total nas teorias apresentadas), o leitor descobrirá detalhes da vida do cientista, como o anunciado na página 6: (...) você vai descobrir também algumas coisas incríveis sobre o Beto, por exemplo, que ele foi expulso da escola, que os nazistas tentaram assassina-lo, ou que o cérebro dele foi retirado (...)

É claro que ao mesclar ciência com eventos do cotidiano do cientista, o livro tem como objetivo atrair a atenção do leitor. Einstein é identificado pelo apelido de Beto, que pode parecer infantil para muitos leitores. A hipótese mais plausível é que o autor tenha optado por essa forma de tratamento para torna-lo mais próximo do leitor.

Provavelmente com o propósito de desmitificar a imagem do cientista como gênio intocável, Einstein é descrito, no segundo capítulo, como um bebê de feia aparência e que não parecia muito inteligente. Essas idéias são reforçadas com as ilustrações da página 9. Em seguida conta-se um pouco da infância de Einstein, quando aos cinco anos, seu pai lhe deu uma bússola de presente e ele ficou fascinado pelo magnetismo. Como também da importância do tio Jakob que lhe ensinava álgebra e geometria.

O perfil dos pais de Einstein é descrito neste capítulo: “Hermann e Pauline eram gente boa. Eram judeus, mas não levavam os costumes judaicos muito a sério. (...) O que o Hermann mais gostava era de ler poesia, passear no campo, comer e beber bem; já a Pauline tinha paixão pela música, especialmente pelo violino (que o Beto também aprendeu a tocar- e tocou pelo resto da vida.” p.11

A partir de um ponto particular, as atividades profissionais de Hermann (“Interessava-se muito pela ciência e montou várias companhias de eletricidade, com dinheiro emprestado de parentes ricos, talvez sem antes planejar com devido cuidado seus empreendimentos. (...)), a narrativa segue para a situação econômica da Alemanha (“Mas a culpa não foi só do Hermann. Naquela época, viver na Alemanha não era mole...”). Para mostrar os tempos difíceis da Alemanha, o autor utiliza ilustrações de manchetes (fictícias) de jornais da época.

Segunda etapa da pesquisa

No retorno à escola, em junho de 2004, foi alterada a dinâmica de leitura. Não foram mais selecionados trechos dos livros. Os alunos das turmas B e C receberam exemplares dos dois livros e fizeram leitura livre. A mudança na estratégia de leitura foi decorrente da necessidade de observar quais trechos dos textos despertariam o interesse dos estudantes, ou seja, se preferiam a leitura de trechos sobre as histórias pessoais ou sobre o contexto sócio-econômico da época, ou de episódios relacionados com os conteúdos das leis da física.

Na primeira etapa da pesquisa, em novembro de 2003, já havíamos fornecido dois tipos de textos. A leitura do trecho das leis científicas de Isaac Newton, no primeiro dia de pesquisa com a turma A, e parte do capítulo que conta a história do nascimento e infância de Albert Einstein, no segundo dia de pesquisa com a mesma turma.

Nas turmas B e C não foi dada pelas pesquisadoras nenhuma indicação de capítulo a ser lido. Não houve interesse em sistematizar as respostas e comentários dos alunos e nem fazer qualquer comparação. Convém lembrar que as análises, conforme a análise de discurso, estão sustentadas na intenção de determinar as condições de produção e efeitos de sentidos dos discursos dos estudantes.

Em cada turma, cinco grupos receberam exemplares do livro sobre Newton e os outros cinco grupos do livro sobre Einstein. A maioria dos alunos aparentemente escolheu as páginas aleatoriamente. Os alunos que variaram mais as páginas relataram que fizeram as mudanças na tentativa de encontrar trechos que considerassem mais interessantes. Não houve uma busca pelos sumários dos livros. E poucos tiveram a preocupação de ler desde o início dos capítulos.

Em relação ao livro *Isaac Newton e sua maçã*, a turma B, pesquisada em junho de 2004, fez a leitura das páginas (Anexo 3): 97 a 99 (Grupo 1), 9 e 10 (Grupo 2 e Grupo 3), 88, 98, 103 e 173 (Grupo 4), 5 a 8 (Grupo 5). O primeiro grupo leu o capítulo *Tempo quente em Londres*, o qual narra um grande incêndio ocorrido em Londres em 1666. Nessas páginas há ilustrações da população ajudando no combate ao incêndio e de casas destruídas. Na página 97, há uma suposta matéria sobre o incêndio no jornal Folhas Populares.

Os grupos 2 e 3 leram o capítulo *A estranha história de Alice*, que narra a história da semente que vai dar origem à macieira, de onde a lenda conta que teria caído a maçã na cabeça de Newton. A leitura deste capítulo leva os leitores a vários questionamentos sobre quem seria Alice.

Aparentemente alguns dos alunos não conseguiram, talvez pelo pouco tempo que tiveram para leitura do livro, fazer associações entre Alice e a maçã que teria caído na cabeça de Newton. A macieira é apresentada na última página do livro.

O grupo 4 dessa turma foi o que mais leu trechos isolados. A página 88 conta o início das experiências que Newton fez com a luz, discordando das idéias de Robert Hooke, baseadas em Descartes. A página 98 é o trecho que narra as conseqüências do incêndio em Londres. Na página 103 tem início o capítulo *De volta a Cambridge*, em que Newton divulga a experiência do prisma e é eleito membro do Trinity College. A página 173 retrata o início do trabalho de Newton na Casa da Moeda, em que ele apressa a cunhagem de moedas de difícil falsificação. A informação é completada com a leitura de suposta matéria editada no jornal Folhas Populares, em agosto de 1696.

Na turma C, pesquisada também no 1º semestre de 2004, as páginas lidas foram: 128 a 130 (Grupo 1), 26 a 29 (Grupo 2), 9 a 24 (Grupo 3), 11 a 26 (Grupo 4) e 81 a 85 (Grupo 5), conforme Anexo 4. O capítulo *Três caras tomam café* foi lido pelo grupo 1. Este trecho narra, com ilustrações e histórias em quadrinhos, a conversa entre os cientistas Christopher Wren, Robert Hooke e Edmund Halley sobre a gravidade, a visita de Halley a Newton e o envio da pesquisa de Newton sobre a órbita elíptica dos planetas para Halley.

A leitura feita pelo grupo 2 se refere ao capítulo *E aí, Isaac, vai fazer o quê*, que aborda os interesses de Newton pela bíblia, pela alquimia e por filósofos antigos, particularmente Aristóteles. Nas páginas 28 e 29 há a ilustração do laboratório de um alquimista. O terceiro grupo leu os capítulos *A estranha história de Alice* e *Um mau começo*. O segundo capítulo lido por esse grupo, e também pelo grupo 4, retrata a história de Newton desde seu nascimento, sua ida à escola, seu retorno ao convívio da família, e seu ingresso na universidade.

O grupo 5 leu os capítulos *Alice dá uma deixa(...)* e *Isaac pega a deixa*. Neles é abordado o hipotético momento em que Newton começou a pensar sobre a gravidade. Retorna-se à história da Alice, a qual ajuda Newton a elaborar a teoria ao jogar um dos seus frutos na cabeça do cientista. Os pensamentos que o levaram a descobrir a gravidade estão seqüenciados nas ilustrações (p.82), e, em seguida, há uma experiência simples comparando com o que acontece com a Lua em sua órbita em torno da Terra. Finalizando o capítulo, são feitas algumas considerações sobre o avanço da descoberta de Newton em relação às premissas de Aristóteles.

Do livro *Albert Einstein e seu universo inflável*, os alunos da turma B leram as seguintes páginas (Anexo 5): 130 e 131 (Grupo 1), 93 e 94 (Grupo 2), 5 a 11 (Grupos 3 e 4). O Grupo 5 não

devolveu o papel com a marcação das páginas lidas. A cosmologia foi o assunto lido pelo primeiro grupo no capítulo *O universo inflável de Beto*. Nele são abordadas as duas hipóteses existentes sobre o universo antes de Einstein iniciar suas pesquisas a esse respeito.

O grupo 2 leu duas páginas do longo capítulo *A interminável guerra*, as quais se referem à chegada de Einstein em Berlim durante a Primeira Guerra Mundial e sua posição contrária ao movimento. Os grupos 3 e 4 leram o capítulo introdutório (*Sempre um gênio?*) em que resumidamente destaca os temas que serão tratados no livro, além de parte do capítulo *O monstrinho*, o qual aborda o nascimento e infância do cientista.

Já os alunos da turma C leram as páginas (Anexo 6): 145 a 153 (Grupo 1), 54, 60, 104 e 117 (Grupo 2), 8 a 15 (Grupo 3), 30 a 32 (Grupo 4), 9,10,61, 162 e 163 (Grupo 5). O capítulo *Luz Granulosa* foi lido pelo grupo 1. Com conteúdo ligado às leis da física, esse capítulo expõe a teoria de Einstein sobre a luz. Como não concluiu a leitura do capítulo, o grupo não chegou a formulação final da teoria, apenas leu as hipóteses iniciais.

O grupo 2 leu páginas isoladas de diferentes conteúdos. A página 54 aborda o período em que Einstein dava aulas particulares e foi contratado pelo Serviço de Patentes. A página 60 dá explicações sobre a trajetória da luz quando o relógio está em movimento. A página 104 também tem explicações sobre o que Einstein tinha que fazer para mostrar que o Princípio da Relatividade funciona com movimento acelerado. A página 117 é o final do capítulo *O Espaço curto*, sobre a teoria da Relatividade Geral.

O grupo 3 dessa turma leu as primeiras páginas do capítulo *O Monstrinho*, o qual conta o nascimento de Einstein, sua infância e ingresso no colégio. A página 30, lida pelo grupo 4, começa com um quadro de aviso (Não se Apavore! Algumas partes do trecho que segue podem parecer complicadas demais, a princípio, mas não há nenhum cálculo, e na página 45 tem um resumo bem mastigado só para você.) que não desanimou os alunos. Eles leram sobre a velocidade da luz e os questionamentos do cientista sobre o Princípio da Relatividade.

O grupo 5 leu temas diversos. As páginas 9 e 10 se referem ao nascimento de Einstein e seu interesse precoce pela geometria. Na página 61 há demonstração de uma fórmula de Einstein para explicar como o tempo se espicha. As últimas páginas lidas pelo grupo contam sobre a ajuda dada por Einstein aos judeus perseguidos durante a Segunda Guerra Mundial.

A leitura livre dos alunos, em relação ao livro *Isaac Newton e sua maçã*, não coincidiu em nenhum dos grupos das duas turmas com o trecho selecionado pelas pesquisadoras e lido pelos

alunos da turma A. Ou seja, nenhum aluno das turmas B e C leu a parte de conteúdo referente às três Leis de Newton. Os trechos lidos referem-se mais à história da vida de Newton. Apenas um grupo (grupo 4 da turma B) leu, além da parte histórica, trecho do início de uma experiência do cientista.

Referente ao livro *Albert Einstein e seu universo inflável*, a leitura foi mais mesclada e houve coincidência das páginas lidas entre as turmas. A turma A leu apenas as páginas 5 a 12, que abordam o nascimento e infância de Einstein. Na turma B, dois grupos leram a mesma numeração, com exceção apenas da página 12. Na turma C, dois grupos também leram essa parte histórica, com o número de páginas variando de 8 a 15.

Na turma B, apenas um grupo leu trechos de história e de conteúdo mais da física (Cosmologia). Na turma C, houve dois grupos que leram apenas conteúdo mais de física (Luz Granulosa e Velocidade da Luz) e outros dois grupos leram tanto trechos históricos quanto de teorias. Apenas um grupo leu uma página com demonstração de fórmula.

Observações sobre os alunos

Antes de analisar alguns aspectos da leitura em sala de aula é necessário dar algumas informações que tornem mais aparente o universo desses alunos. Para que fosse possível conhecer um pouco mais os estudantes, saber suas expectativas sobre a continuação dos estudos, seus interesses por leitura e conhecimento sobre Isaac Newton e Albert Einstein foram elaboradas por escrito algumas questões.

A partir das respostas a pergunta *Depois do Colegial, você pretende continuar os estudos: Que curso:* podemos traçar de melhor forma um perfil desses estudantes. Embora sejam alunos da rede pública, o que hoje implicitamente representa poder aquisitivo mais baixo se comparado com estudantes de algumas escolas do ensino privado, esses alunos não apresentaram a necessidade de trabalharem como empecilho para os estudos. Nenhum dos estudantes das três turmas, em que foi desenvolvida a pesquisa, respondeu que pararia de estudar por necessidade de ingressar no mercado de trabalho, pelo contrário, a prioridade é a continuidade dos estudos.

De uma forma geral, as turmas pesquisadas não apresentam grande defasagem idade-série escolar. A maioria dos alunos em cada turma está com a idade de acordo com a série cursada. A turma do 2º ano do ensino médio que participou da pesquisa no 2º semestre de 2003 era composta

de 30 alunos, com idades variando de 15 a 18 anos, tendo a sua maioria 16 anos. A divisão por faixa etária dessa turma foi a seguinte: uma aluna com 15 anos, 16 alunos com 16 anos, 10 alunos com 17 anos e três com 18 anos.

No primeiro semestre de 2004, as turmas de 1º ano do ensino médio pesquisadas contaram com 37 alunos (turma B) e 34 alunos (turma C). Na turma B, a maioria (21 alunos) tinha 15 anos, quatro com 14 anos, oito com 16 anos, três com 17 anos e um com 18 anos. Na turma C, a maioria dos alunos (23) tinha 15 anos, quatro alunos 16 anos, dois alunos com 17 anos, quatro com 14 anos e apenas um com 18 anos.

Na primeira turma pesquisada, metade dos alunos respondeu que pretendia cursar o nível superior. A outra metade estava dividida entre os que queriam cursar cursos técnicos, os que desejavam apenas fazer cursos livres e os que ainda não haviam definido em que cursos tinham interesse. Os cursos técnicos citados foram Informática, Mecânica de Autos e Desenho; os cursos livres foram Inglês, Fotografia e Computação; entre os cursos de ensino superior estão Administração de Empresas, Música, Nutrição, Direito, Psicologia, Educação Física, Arquitetura, Química, Mecatrônica, Turismo, Veterinária ou Botânica.

Na turma B, apenas cinco alunos disseram que pretendiam fazer cursos técnicos, de Mecânica e Contabilidade. Dez alunos ainda não haviam decidido qual curso desejavam seguir. Os cursos superiores citados foram Direito, Medicina, Mecatrônica, Nutrição, Administração de Empresas, Artes, Engenharia Mecânica, Publicidade, Veterinária, Enfermagem, Odontologia, Letras e Música.

Na turma C cursar uma faculdade foi o desejo de 23 dos 34 alunos. Os cursos técnicos foram citados por seis alunos, dois alunos afirmaram que gostariam de primeiro fazer um curso técnico e depois uma faculdade e três alunos disseram que não sabiam o que queriam fazer após concluírem o colegial.

Chama atenção que o curso universitário mais citado foi o de Medicina. Sete alunos citaram esse curso, que normalmente é o mais concorrido entre as universidades públicas e o de mensalidades mais altas em universidades particulares. Além das dificuldades para o ingresso, o curso de Medicina exige dedicação exclusiva, o que impede que o aluno trabalhe durante os estudos. Por tudo isso não é freqüente se encontrar alunos de menor poder aquisitivo e egressos de escolas públicas cursando Medicina nas universidades brasileiras.

Os demais cursos universitários citados pelos alunos dessa turma foram Veterinária, Propaganda e Marketing, Psicologia, Direito, Ciências Contábeis, Terapia Ocupacional, Artes Cênicas, Música, Ciência da Computação, Educação Física, Mecatrônica e Administração de Empresas. Os cursos técnicos foram Informática, auxiliar de Enfermagem, Desenho e Eletricidade.

De uma forma geral, os alunos das três turmas declararam que gostavam de ler. Na turma A, 23 dos 30 alunos responderam positivamente a questão sobre se gostavam de ler. Na turma B, 26 alunos responderam que gostavam de ler e 11 afirmaram que não. A quantidade na turma C também foi alta: 24 dos 34 alunos disseram que gostavam de ler.

No total, 73 alunos responderam que gostavam de ler e 28 responderam não, ou seja, dos 101 alunos, 72% disseram que gostavam. É possível, entretanto, que eles tenham sido influenciados em responder positivamente por saberem anteriormente que o trabalho proposto envolveria leitura de livros.

Mesmo que eles tenham efetivamente interesse por leitura provavelmente não têm freqüentemente acesso ao tipo de livros que leram nessa pesquisa. Por outro lado é provável que a leitura em sala de aula esteja mais restrita aos livros didáticos, sendo mais difícil o uso de livros de divulgação científica, principalmente esses que pelas características já apresentadas tornam seus assuntos mais interessantes e até divertidos.

Nenhum aluno assinalou a divulgação científica entre os tipos de leitura que mais gostava. Apenas um aluno da turma A afirmou gostar de ficção científica, o que não é a mesma coisa. Os gêneros mais citados nas turmas A e C foram ação, aventura, romance e suspense. Além desses, na turma C foram indicados também livros de espiritismo, de histórias em quadrinhos e sobre adolescência. Na turma B sobressaíram as revistas e jornais. Nessa turma duas declarações chamaram a atenção: “Eu gosto de ler histórias de terror e espancamento”, “Gosto de ler trechos que envolvem tecnologia”.

No caso dos estudantes com os quais foi feita a pesquisa, pelas suas respostas, a escola ainda é o local em que tomam conhecimento sobre ciência. A maior parte dos alunos respondeu que foi na escola, nas aulas de física e/ou de matemática, que ouviu falar sobre os cientistas biografados. Poucos alunos, somente dois na turma A, quatro na turma B e sete na turma C relataram que tiveram informações sobre os cientistas por veículos de comunicação de massa, tais como televisão e revistas.

Condições de produção: turma A

Como considero fundamentais as condições de produção que determinam, em parte, os efeitos de sentido produzidos na sala de aula, não posso iniciar a análise dos discursos sem antes atentar para algumas condições em que eles foram produzidos, incluindo diferenças percebidas nas turmas nos diferentes dias de pesquisa.

No primeiro dia em que foi realizada a pesquisa na turma A, do 2º ano colegial, havia apenas 20 alunos em sala, quando a média de frequência é de 30 a 32. A diminuição no número de alunos não foi um caso específico dessa turma, nas demais séries ocorreu o mesmo problema. Entre os professores da escola a justificativa foi de que o tempo chuvoso havia impedido muitos alunos de irem ao colégio.

Em ambos os dias da pesquisa nessa turma, o horário foi cedido pela professora de história, mas no primeiro dia o acompanhamento foi feito pela professora que eventualmente leciona português, quando o titular dessa disciplina está ausente. Ela requisitou os 10 primeiros minutos de aula para recolher dos alunos o trabalho que havia sido solicitado pela professora de história. Já no segundo dia, a professora de história esteve presente, mas não fez nenhuma interferência nas atividades, limitando-se a ficar sentada no final da sala, aproveitando o tempo para corrigir algumas provas.

No primeiro dia, os alunos se reuniram em cinco duplas para a leitura do texto e o restante a fez individualmente. Foram estipulados 30 minutos para a leitura. É provável que o número menor de alunos tenha possibilitado a maior concentração deles. De forma geral, todos ficaram em silêncio e leram com bastante atenção o trecho selecionado, chegando até às leis de Newton, ou seja, lendo 19 páginas do livro. Embora na página 143, a qual eles leram, estivesse escrito que “até pode trapacear e recomeçar da página 158”, pulando justamente a parte onde são detalhadas as leis, ninguém fez isso. O que pode ser considerado como uma demonstração de que eles realmente se interessaram pelo que estavam lendo.

Ao término da leitura, os alunos demonstraram-se motivados a entender um pouco mais sobre a teoria da gravidade. Não demoraram a fazer perguntas. Um deles, que neste primeiro dia foi o que mais interagiu com as pesquisadoras, estava preocupado com a veracidade do cálculo apresentado no livro. Esse aluno mostrou uma das páginas do livro, em que havia a fórmula, e perguntou: É verdade esse cálculo, o resultado vai ser certo? Se eu olho para ele (vira em direção a

Felipe) como vai ter uma força atraindo?

Esse episódio indica uma mudança de procedimento na leitura, não coincidindo com os mecanismos normalmente adotados em sala de aula. Ao contrário do que normalmente acontece, o aluno questionou a fórmula e seu resultado final. Ele não estava apenas preocupado em decora-la para utilização em exercícios. O aluno encontrou na leitura uma oportunidade para se manifestar.

À medida que se desenvolvia o debate foram introduzidos pelas pesquisadoras novos assuntos nos diálogos. Para isso, o tópico em andamento foi suspenso para que fosse mediada a temática de maior interesse para a pesquisa. No caso específico dessa pesquisa, havia maior interesse em discutir a formação do cientista, a sua relação com a sociedade, o contexto histórico, do que propriamente detalhes do conhecimento da física.

Na realidade, as pesquisadoras fizeram mediações que supostamente poderiam ser feitas por professores da classe durante uma aula. A necessidade de ajustar as intervenções aos objetivos que queriam atingir não foi totalmente controlada, já que a comunicação verbal é quase sempre espontânea e não há como seguir um planejamento rigoroso. Os assuntos vão se desencadeando em função justamente da interação entre os interlocutores.

Como diz Koch (2000: 62) a fala possui características próprias, tais como, não ser planejável de antemão, o que faz com que seja localmente planejada, isto é, planejada e replanejada a cada novo “lance” do jogo da linguagem; o texto falado apresenta-se “em se fazendo”, isto é, em sua própria gênese tendendo, pois a “pôr a nu” o próprio processo da sua construção. Em outras palavras, o texto falado emerge no próprio momento da interação, sendo resultado de um processo dinâmico.

No segundo dia da pesquisa, a leitura proposta foi do livro *Albert Einstein e seu Universo Inflável*. Como não houve muitos ausentes, o que conseqüentemente aumentou o número da turma em relação ao primeiro dia, os alunos foram divididos em 12 grupos, alguns em duplas e outros em trios. Dessa vez eles não manipularam o livro, recebendo folhas xerocadas (até a página 12). Ao contrário da primeira aula, neste dia, os alunos não demonstraram interesse em ler as páginas do livro sobre Einstein. Foi possível observar que a maioria dos integrantes dos grupos folheava as folhas xerocadas desinteressadamente, e em alguns grupos predominavam as conversas.

A dinâmica utilizada foi a mesma do primeiro dia, ou seja, foi destinado um tempo para leitura e depois foi iniciada a explanação sobre o tema lido. Nesse dia, os alunos não se pronunciaram espontaneamente. Só responderam quando instigados. Nem mesmo um aluno que na

aula anterior havia citado Einstein em seus comentários mostrou-se interessado em aprofundar o conhecimento sobre o cientista. Pelo contrário, esse aluno se manteve alheio às discussões.

Apesar do menor grau de envolvimento dos alunos, o segundo dia foi rico para a pesquisa. Provavelmente em consequência do trecho escolhido para a leitura, os comentários, tanto das pesquisadoras quanto dos alunos, foram mais generalizados, não se detendo nas leis da física. Isso permitiu que fossem levantadas questões pertinentes, principalmente no que se refere às expectativas desses leitores sobre as formas de abordagem da ciência.

Vamos levantar algumas hipóteses que podem, de certa forma, explicar o menor envolvimento demonstrado pelos alunos durante a atividade desse dia:

1- Maneira como foi proposta a leitura

- Utilização de xerox do livro de Einstein, o que pode ter limitado o interesse já que não podiam folhear páginas diferentes das que haviam sido previstas para a leitura pelas pesquisadoras. Na leitura anterior, feita com o próprio livro, os alunos não ficaram restritos ao trecho indicado. Tanto que um dos alunos, Felipe, fez uma pergunta (Por que tomou uma maçãzada na testa?) que estava relacionada com um dos capítulos iniciais do livro e que não havia sido proposto para leitura;

- Leitura mais coletiva, já que os grupos tinham maior número de componentes, o que poderia ter prejudicado a concentração;

2- Trecho escolhido para a leitura

- Falta de identificação com o tema (história do nascimento e infância de Einstein);

- Linguagem considerada infantil;

3- Presença da professora da disciplina. Embora ela não tenha interferido na dinâmica, os alunos podem ter visto a professora como quem estava ali para controlá-los ou julgá-los.

4- Pelo fato do trecho escolhido para leitura ter sido relacionado à história, os alunos podem ter considerado que estavam tendo uma aula de história, disciplina escolar prevista naquele horário e que, possivelmente, não gostam muito.

5- Conhecimento maior sobre Newton do que sobre Einstein

É provável que a leitura de Newton tenha remetido os alunos a outros textos lidos ou comentados em anos anteriores sobre suas leis, provavelmente na 8ª série do ensino fundamental. É fácil de perceber isso na fala de uma das alunas, Letícia, em resposta a uma questão sobre a leitura: “É mais simples de entender a lei de Newton com este tipo de livro de quando aprendi na 8ª série”.

Outra possibilidade é que os alunos tenham se sentido mais atraídos pelas teorias de Newton do que as de Einstein, por considerarem que o conhecimento produzido por Einstein seria mais difícil e talvez pelo fato dos alunos terem associado Einstein aos mistérios do Universo, grande parte do debate em sala de aula foi em torno da religião.

Condições de produção: turma B

Os alunos da turma B, do 1º ano do colegial, foram os que aparentemente participaram menos das atividades desenvolvidas na pesquisa. Os dois tempos de aula foram cedidos pela professora de geografia. Como já foi relatado nessa turma não houve nenhum contato preliminar entre as pesquisadoras e os alunos. Antes do início da atividade, a professora contou às pesquisadoras que esta seria a primeira aula após um episódio que havia gerado a suspensão de alguns alunos.

Na aula de geografia, ministrada duas semanas antes da realização da pesquisa, um grupo de alunos iniciou uma discussão com um operário que estava em uma das casas da rua da escola. Pela janela da sala de aula, os alunos ofenderam o trabalhador com palavrões. A professora afirmou que tentou evitar o confronto, exigindo que os alunos sentassem em suas carteiras, porém não foi atendida. Inconformado com o tratamento, o operário foi à escola e brigou com vários funcionários.

Em função desse episódio, a aula foi interrompida e os alunos envolvidos na discussão levados para a coordenação. Na semana seguinte, não houve aula de geografia, pois a professora, conforme o que ela informou, tinha consulta médica marcada antecipadamente para o mesmo horário de aula. Dessa forma, o primeiro contato da professora com esses alunos, após o episódio da briga, se deu nas aulas que ela nos cedeu.

Ao entrar na sala de aula, a professora não fez nenhum comentário sobre o episódio passado, apenas pediu silêncio para nos apresentar. Só um aluno, quando se despedia, lembrou o que havia acontecido. O relato do caso foi feito pelo aluno após ele mesmo observar a desorganização da turma. O aluno disse: “Essa turma é assim mesmo. É a pior turma do 1º ano. Outro dia teve vários alunos que foram suspensos por causa de uma briga com o pedreiro que trabalhava do outro lado da rua.”

Com muita dificuldade, já que os alunos não faziam silêncio, nós nos apresentamos e solicitamos que se dividissem em grupos. As carteiras já estavam agrupadas, o que facilitou a divisão. Os 37 alunos se dividiram em 10 grupos, sendo quatro grupos com três componentes, cinco grupos com quatro alunos e um grupo com cinco alunos. Cinco grupos receberam o livro *Isaac Newton e sua maçã*, e o restante o livro *Albert Einstein e seu universo inflável*. Nessa turma, foram distribuídos os livros sobre Einstein e não mais xerox, como havia ocorrido com a turma A.

Dois grupos não se dedicaram exclusivamente à leitura, deixando o livro aberto enquanto faziam trabalho de outra disciplina. Durante os 30 minutos destinados à leitura, os alunos se mantiveram sentados nos grupos, alguns deles faziam a leitura, porém a maioria conversava entre si. Após o término da leitura foi possível perceber que a dinâmica da atividade – discussão sobre os trechos lidos – não poderia ser a mesma. Ainda tentei solicitar que cada grupo expusesse o que havia lido, mas o barulho era muito grande, por isso, tive que ir ao encontro deles, ouvindo as observações dos alunos em cada grupo.

Embora não tenha conseguido realizar uma dinâmica em conjunto com toda a classe, os componentes de cada grupo comentaram a respeito da leitura. A maioria deles lia parte de trechos da leitura que havia feito anteriormente. Enquanto eu e minha colega conversávamos com um grupo, os demais continuavam conversando, porém sentados em seus lugares. Foi mais difícil manter o controle da turma quando passamos para a etapa seguinte, a da elaboração dos bilhetes. Enquanto eu explicava o que deveria ser feito, alguns dos alunos levantaram, andaram pela sala, indo e voltando para olhar na janela e dois alunos chegaram a brincar de luta. Nesse momento, a professora interveio, indo separá-los e mandando-os sentar em seus lugares.

Ao contrário das outras turmas, em que todos os alunos presentes responderam as questões solicitadas e elaboraram bilhetes, nessa turma não houve participação integral. Dos 37 alunos apenas 18 fizeram os bilhetes. As questões sobre o que gostariam de saber sobre os cientistas e o que mais gostaram e menos gostaram da leitura foram respondidas por 31 alunos.

Durante o intervalo entre os dois tempos, eu, a colega que me acompanhava, a professora de geografia e a professora de física comentamos sobre a indisciplina da turma. A professora de geografia disse que lecionava em escola da periferia da mesma cidade e não tinha as mesmas dificuldades que enfrentava com essa turma. Ela disse que achava que a falta de disciplina dos alunos era maior quando os professores não eram efetivos. O que era o caso dela na escola em que foi realizada a pesquisa, já na outra escola ela era efetiva no cargo.

A professora de física confirmou a indisciplina da turma durante as aulas. Ela disse que se sentia desmotivada a fazer qualquer atividade diferente com eles. Suas aulas eram limitadas a exposição de teoria e execução de exercícios. “Fiz um curso na USP de como fazer experiências com os alunos. Mas não tem como levar uma turma como essa para um laboratório. Seria uma loucura e um risco. O jeito é ficar só nos exercícios na lousa”, lamentou a professora de física que assim como a de geografia não era efetiva.

Na semana seguinte ao realizar a pesquisa na turma C perguntei para a professora de história se era ela que lecionava essa disciplina na turma B. A resposta dela também remeteu a questão de ser efetiva. “Eu, por ser professora efetiva, posso escolher as turmas que vou dar aula. Por isso não pego turmas problemáticas”, a resposta dela foi dada sem que eu tenha comentado os problemas disciplinares ocorridos na realização da pesquisa.

Analisar a indisciplina dos alunos não foi objetivo deste trabalho, todavia não posso deixar de refletir sobre essa questão, já que de alguma forma ela interferiu no desenvolvimento da minha pesquisa. Para isso recorro às análises feitas por Rego (1996). Antes de levantar as possíveis causas da indisciplina, a autora define a visão mais difundida no plano educativo dos termos disciplina e indisciplina.

A indisciplina, no meio educacional, é vista como uma atitude de desrespeito, de intolerância aos acordos firmados, de intransigência, do não cumprimento de regras capazes de pautar a conduta de um indivíduo ou de um grupo. Partindo destas premissas, um aluno indisciplinado é aquele que não tem limites, que não respeita a opinião e sentimentos alheios, que apresenta dificuldades de entender o ponto de vista do outro, que não consegue compartilhar, dialogar e conviver de modo cooperativo com seus pares. Por outro lado, a disciplina é concebida como uma qualidade, uma virtude (do indivíduo ou de um grupo de alunos) e, principalmente, como um objetivo a ser trabalhado e alcançado pela escola.

As visões dos diferentes elementos da comunidade escolar (professores, técnicos, pais e alunos) sobre as causas da indisciplina são destacadas por Rego. É comum, segundo a autora, que os educadores vejam a indisciplina na sala de aula como um sinal dos tempos modernos e como reflexo da pobreza e da violência presente na sociedade e fomentada, de modo particular, pelos meios de comunicação.

Rego critica essa perspectiva de que os alunos seriam considerados o retrato de uma sociedade injusta, opressora e violenta, e a escola, por decorrência, vítima de uma clientela

inadequada. O pressuposto dessa visão, como ressalta, é o de que o indivíduo é um “receptáculo vazio” que se modela, passivamente, às pressões do meio. Deste modo, a escola se vê impotente diante do aluno, principalmente dos que provêm de ambientes econômica e culturalmente desfavorecidos.

Outras maneiras de justificar as causas da indisciplina na escola presentes no ideário educacional, conforme as análises de Rego, são de atribuir a culpa pelo comportamento indisciplinado do aluno à educação recebida na família, de relacionar a indisciplina aos traços de personalidade de cada aluno e aos traços “inerentes” à infância e à adolescência. Já os pais, muitas vezes, acabam por atribuir a responsabilidade ao professor. Na ótica de alguns pais, a origem da indisciplina está relacionada exclusivamente à falta de autoridade do professor, de seu poder de controle e aplicação de sanções. Já os alunos considerados indisciplinados dirigem suas críticas ao sistema escolar.

Ao analisar as diversas justificativas, Rego observa que predomina, entre a maior parte dos envolvidos no processo educativo, um olhar parcial e pouco fundamentado sobre o problema. Além de que a influência de fatores extra-escolares no comportamento dos alunos, na visão de muitos educadores, parece ocupar o primeiro plano. Nesta visão, o comportamento do aluno não tem nenhuma relação com o que é vivido na escola, já que as características individuais (rebeldia, agressividade, passividade, etc.) são vistas como resultado de fatores inerentes a cada aluno ou das pressões recebidas no universo social (família, televisão, etc.). Deste modo, a solução para o problema da indisciplina não estaria ao alcance dos educadores.

Baseando-se em postulados defendidos por Lev Vygotsky, Rego afirma que um comportamento indisciplinado de um determinado indivíduo dependerá de suas experiências, de sua história educativa, que, por sua vez, sempre terá relações com as características do grupo social e da época histórica em que se insere. Sendo assim, diferentemente das idéias presentes no meio educacional, o comportamento indisciplinado não resulta de fatores isolados (como, por exemplo, exclusivamente da educação familiar, da influência da TV, da falta de autoridade do professor ou da violência social) e nem de fatores inerentes à “natureza” de cada aluno ou de sua faixa etária. É resultado da multiplicidade de influências que recaem sobre a criança e o adolescente ao longo de seu desenvolvimento.

Outra autora que aborda essa questão é Guimarães (1996). De acordo com ela, a instituição escolar não pode ser vista apenas como reprodutora das experiências de opressão, de violência, de

conflitos, advindas do plano macroestrutural. As escolas, independente dos mecanismos de reprodução social e cultural, também produzem sua própria violência e sua própria indisciplina, em um processo de ambigüidade e tensão entre forças antagônicas.

Analisando a posição do professor, Guimarães afirma que o educador desempenha um papel violento e ambíguo, pois se, de um lado, ele tem a função de estabelecer os limites da realidade, das obrigações e das normas, de outro, ele desencadeia novos dispositivos para que o aluno, ao se diferenciar dele, tenha autonomia sobre o seu próprio aprendizado e sobre sua própria vida. O grande problema, na opinião dela, talvez esteja no fato de o professor se concentrar apenas na sua posição normalizadora achando que, com isso, ele conseguirá eliminar os conflitos.

Uma alternativa para administrar a violência em classe, de acordo com Guimarães, seria o professor experimentar a ambigüidade de seu lugar. O professor ocuparia o seu lugar limitador, mas também abriria brechas que permitiriam ao aluno negociar e viver com mais intensidade a sua relação com a escola. A autora admite que isso não significaria que a paz reinaria na escola, mesmo porque não existe plano algum que solucione o problema da violência e da indisciplina de modo a elimina-las por completo, porém levaria professores e alunos, por força das circunstâncias, a formularem regras comuns.

Refletindo sobre as contribuições das autoras citadas, concordo que seja necessária uma análise mais ampla e menos fragmentada da que geralmente é difundida nos meios educacionais. Não há dúvidas de que a educação familiar é importante no desenvolvimento do indivíduo e também o grupo social com que convive, mas não são as únicas responsáveis pelo seu comportamento. Acredito que escola, e não apenas cada professor isoladamente, não possa se eximir do seu papel de formadora e de tentar buscar algumas respostas em sua estrutura interna.

Condições de produção: turma C

Os tempos de aula para a pesquisa nesta turma foram cedidos pela professora de história. Essa professora interferiu algumas vezes no desenrolar das atividades, solicitando atenção e silêncio dos alunos. Ao nos apresentar, ela avisou-os que estaria observando o comportamento e a participação de cada um. Não posso afirmar se foi ou não por causa dessa postura da professora que esses alunos acolheram muito bem a nossa proposta de trabalho. No entanto, acredito que

possa ter influenciado.

Assim como nas demais turmas eles foram divididos em grupos. Ao todo foram 34 alunos agrupados em cinco grupos de quatro alunos, quatro grupos com três alunos e uma dupla. Durante os 30 minutos destinados à leitura, a maioria leu com atenção. Apenas um grupo, composto por três alunos, conversou mais do que leu, principalmente nos 15 minutos finais.

Outro grupo, formado por quatro alunos, não avançou muito na leitura. Pouco tempo depois de começarem a ler o livro, esses alunos interromperam a leitura para conversar com a minha colega sobre temas relacionados à física. Quando ela passava pelo grupo para recolher as questões que haviam sido respondidas, referentes a dados pessoais, um dos alunos disse que já tinha ouvido falar sobre os cientistas na TV Cultura. Ela perguntou sobre o que tinha visto e ele informou que era sobre a Relatividade. A partir daí, eles travaram diálogos sobre a teoria e sua respectiva fórmula.

Após o término da leitura solicitei a cada grupo que contasse aos colegas o que leu. Em voz alta, um ou mais membros do grupo contaram para o restante da turma, o que mais consideraram importante no trecho da leitura que fizeram. Primeiro os relatos foram feitos pelos grupos que leram o livro *Albert Einstein e seu universo inflável* e em seguida pelos que leram *Isaac Newton e sua maçã*.

Enquanto um grupo falou sobre o que havia lido os demais aparentemente prestaram atenção. Alguns explicaram o que tinham lido, outros leram os trechos que consideraram mais interessantes e outros comentaram sobre a leitura. Essa dinâmica possibilitou que os alunos obtivessem informações não apenas sobre o cientista que haviam lido, mas também do outro que foi lido pelos colegas.

Os bilhetes elaborados pelos alunos, descritos no próximo item, demonstraram que os estudantes não se limitaram a comentar os trechos lidos, muitos deles afirmaram que a aula foi sobre Isaac Newton e Albert Einstein, independente sobre qual cientista tinham lido. Uma das alunas que leu sobre Newton, em seu bilhete disse que ficou sabendo mais sobre a velocidade da luz. Esse tema havia sido abordado por um dos grupos que leu sobre Einstein.

Os bilhetes

Neste item, procuro compreender como os estudantes construíram significados em seus discursos. Ao comentar o trabalho do analista de discurso, Orlandi (2001) afirma: “sua finalidade não é descrever nem interpretar mas compreender – isto é, explicitar – os processos de significação que trabalham o texto; compreender como o texto produz sentidos através de seus mecanismos de funcionamento”.

Para isso foi solicitado aos alunos que escrevessem um bilhete para uma amiga ou amigo contando como foi a aula ou destacando algum aspecto da leitura dos livros. Através desses bilhetes, os estudantes manifestaram suas posições não só sobre a leitura de divulgação científica, mas também sobre as práticas pedagógicas, conhecimento escolar e o papel do professor.

Cabe reafirmar que a escrita, neste trabalho, não é considerada apenas como uma forma de comunicação, mas como materialidade discursiva dos estudantes, na medida em que seus discursos remetem a uma memória. Ou seja, embora estejam falando do presente, implicitamente eles comentam sobre aulas vivenciadas anteriormente e sobre suas histórias de vida. Pensar a leitura em sala de aula implica em considerar a multiplicidade de modos de leitura e de sentidos, já que no espaço escolar, lendo um mesmo texto, encontram-se diferentes sujeitos-leitores, com histórias de vida e leitura distintas, Silva e Almeida (1998).

Na turma A, essa atividade foi realizada ao término do primeiro dia de pesquisa, ou seja, quando o número de alunos era menor (20) e apenas dois alunos não entregaram os bilhetes. Embora a turma B fosse a turma de maior número de alunos (37), apenas 18 elaboraram os bilhetes. Na turma C, todos os 34 alunos participaram dessa dinâmica.

Foi possível observar que nas turmas A e B houve diferença no grau de participação das alunas e dos alunos. Talvez por gostarem mais de escrever e por terem a escrita como forma mais comum de comunicação entre si, as meninas se concentraram mais na tarefa e elaboraram bilhetes aparentemente com o intuito de argumentarem mais. Os meninos, de forma geral, escreveram rapidamente os bilhetes e aproveitaram o restante do tempo disponível para a execução da atividade para conversar sobre assuntos diversos.

A seguir alguns exemplos dos bilhetes² elaborados pelas alunas:

² Foi mantida a ortografia original dos alunos.

Bom essa aula foi legal afinal hoje podemos entender a lei de Newton o livro e muito legal por ter quadrinhos pelas lei uma lei que você acha que não poderia existir. Mas hoje afinal entendemos que não caiu do céu mas que ele já tinha essas leis em mente. Ele só aperfeçoou suas idéias correu atrás dos seus sonhos pra que hoje nos podemos entender tudo isso. Eu gostei muito da aula. Só pra saber esses livros estão a venda.

Essa aluna demonstrou ter gostado da aula (“por ter quadrinhos pelas lei”). No trecho de seu bilhete “hoje afinal entendemos que não caiu do céu mas que ele já tinha essas leis em mente”, a aluna mostra um conhecimento prévio sobre o assunto do livro, mas ressalta que só após a leitura ela compreendeu a complexidade da produção da ciência. Ela percebeu que a lei de Newton “não caiu do céu” e muito menos foi provocada pela queda da maçã em sua cabeça, mas sim que o cientista aperfeçoou suas idéias. Ao questionar se os livros estão à venda, a aluna mostra seu interesse em dar continuidade à leitura.

Na aula de hoje fizemos a leitura do livro Isaac Newton e sua maçã foi uma aula divertida e descontraída. Uma aula muito diferente, ficamos sabendo de vários fatos da vida de Newton que nem imaginávamos. Esse livro de ficção científica fala das leis de Newton, como ele começou a querer comprovar a gravidade dos objetos. Aulas desse estilo faz despertar em nós um interesse pelos estudos, temos vontade de aprender mais e saber o que acontece depois. Eu gostei muito dessa aula, pois aprendi muito e fiquei sabendo de coisas que nem imaginava que existia.

A leitura do livro de divulgação científica permitiu uma dinâmica de aula diferente da usual, em que normalmente não há tanta descontração e é focada na preocupação com o aprendizado de conteúdo através da aplicação de exercícios. A aluna, que elaborou o bilhete acima, destaca a diferença dessa aula para as que ela está acostumada e os resultados que se obtêm com a dinâmica aplicada (“aulas desse estilo faz despertar em nós um interesse pelos estudos, temos vontade de aprender mais e saber o que acontece depois.”)

Hoje, lemos Isaac Newton e sua maçã, na realidade lemos alguns trechos do livro. Com os trechos que lemos, pude entender as famosas leis de Newton de uma maneira mais descontraída e passei a valorizar o trabalho desse “grande gênio”, pois suas teorias foram de grande influência para a nossa ciência de hoje. Se não fosse Newton como lançariam foguetes para o espaço? Como teríamos explicações simples para acontecimentos de nosso dia a dia. Deveríamos ter um Newton para explicar a parte sentimental das coisas, como o amor.

A linguagem mais descontraída do livro foi ressaltada pela aluna que escreveu o bilhete citado acima. Foi em função dessa linguagem que ela admitiu ter entendido as leis de Newton. Leis que ela já conhecia e as considerava famosas. Ela não só achou que pôde entender essas leis, mas

notou a importância delas para o desenvolvimento tecnológico (“se não fosse Newton como lançariam foguetes para o espaço”). A leitura permitiu ainda que a aluna colocasse a sua preocupação pessoal com o sentimento (“deveríamos ter um Newton para explicar a parte sentimental das coisas, como o amor.”), frase em que ela também demonstra sua confiança no saber produzido por Newton.

Transcrevo, abaixo, alguns dos bilhetes escritos pelos alunos. São bilhetes mais curtos do que os elaborados pelas alunas, os quais demonstram interesse dos alunos pelo livro ou pela aula, mas refletem menos sobre a leitura.

Leia o livro “Einstein e seu universo inflável”, que é muito bom. Os temas são interessantes, a leitura é bem interessante e fácil, tem várias curiosidade interessante.

Eu achei que esta aula foi muito interessante, pois aprendi um pouco mais sobre física e Isaac Newton.

O livro é interessante, pois conta um pouco da história da ciência.

Eu achei o livro muito interessante pois ele é bem explicativo.

Esses alunos fizeram um breve comentário sobre a aula e/ou o livro. No primeiro bilhete, o aluno considera os temas, a leitura e as curiosidades interessantes, sem especificar o que realmente lhe despertou interesse. Já no segundo bilhete, o aluno atribui à aula interessante o fato de ter aprendido mais sobre física e Isaac Newton. No terceiro bilhete, o aluno destaca que o que lhe fez achar o livro interessante foi “contar um pouco da história da ciência”, enquanto que no quarto bilhete foi o fato do livro ser explicativo. Não há, no entanto, nos bilhetes desses alunos nenhuma argumentação a partir de algo contido no livro, que justifique o que é dito por eles

Voltem sempre adoramos sua aula.

No bilhete acima, o aluno manifesta ter gostado da aula ou apenas quis ser gentil com as pesquisadoras.. E isso indicaria que ele estava preparado para dar as respostas “certas” ao responder as questões, talvez da mesma maneira que ocorre quando responde exercícios ou outras avaliações.

Aí, lê o bagueio do Einstein que é muito loco, principalmente as histórias em quadrinhos.

A linguagem do livro e a dinâmica de aula possibilitaram a descontração de alguns alunos. No bilhete acima, o aluno utiliza uma linguagem descontraída (“Aí, lê o bagueio do Einstein que é muito loco”), que provavelmente não recorreria nas demais aulas. Além disso, esse bilhete também manifesta o interesse do autor pelas histórias em quadrinhos.

Apresento a seguir alguns dos bilhetes escritos pelos estudantes das três turmas. Não tive a preocupação de descrever todos e nem de quantificá-los, procurei selecionar os que me pareceram mais adequados à discussão sobre as possibilidades do funcionamento da leitura de textos de divulgação científica em ambiente escolar. Com a finalidade de facilitar o desenvolvimento deste trabalho, busquei agrupá-los de acordo com os destaques dados pelos alunos.

Leitura e mediações

Os atributos dos livros, de acordo com os bilhetes, foram: linguagem mais simples, engraçado, divertido e interessante. Há também nos bilhetes indicações de que a leitura de livros de divulgação científica seja uma novidade para alguns alunos. Por outro lado, na biblioteca da escola em que estudam não há um grande acervo e no questionário pessoal nenhum aluno apontou a divulgação científica como tipo de leitura que gostam. Provavelmente por isso muitos alunos, como o autor do bilhete a seguir, ressaltaram os atributos acima mencionados.

(...) Gostei muito do livro porque ensina de um jeito engraçado e descontraído, e muito fácil de aprender com palavras simples e direta (...)

O aluno que elaborou o bilhete abaixo não distingue embasamento científico e entretenimento. Como o livro tem uma linguagem simples, ele o considerou um livro de entretenimento, mas ao mesmo tempo com conteúdo científico. É como se este tipo de leitura permitisse a ele “aprender brincando”. O que pode ser realmente uma vantagem deste tipo de leitura no ambiente escolar.

Eu gostei do livro e do embasamento científico do entretenimento da forma de explicação muito mais fácil de entender.

No seguinte bilhete:

O livro é mais interessante, a literatura, eu adorei, eu gostei do livro, eu adoraria ler mais vezes se quiser for preciso.

O aluno refere-se à literatura como um fator positivo da linguagem do livro e demonstra seu interesse em dar continuidade à leitura.

Muitos alunos, de alguma forma, atribuíram ao livro lido o melhor aproveitamento da aula:

(...) Achei esse tipo de aula melhor para o aprendizado da pra guardar a matéria e se divertir também.

(...) Aulas desse estilo faz despertar em nós um interesse pelos estudos, temos vontade de aprender mais e saber o que acontece depois.

Tivemos uma aula super diferente, com explicações mais simples e mais fácil de entender, os princípios de Newton.

Essas opiniões sobre o livro de divulgação científica reforçam a hipótese de que o uso de um material diversificado do didático faz com que as aulas sejam mais interessantes e possam, de alguma forma, facilitar a aprendizagem.

Embora posteriormente eu apresente um capítulo com análise de diálogos, considero conveniente neste momento transcrever um trecho em que os alunos consideraram que este tipo de livro favorece o aprendizado. O que os alunos expressaram sobre o livro por escrito veio fortalecer as impressões que já haviam exposto em diálogos:

Felipe: Foi legal a leitura.

Pesquisadora: Por que?

Felipe: Por causa da parte científica

Pesquisadora: Vocês já viram as leis de Newton antes, é mais fácil com este tipo de leitura ou igual a aprender na aula de Física?

Felipe: É mais fácil para entender.

Mário: Isso é legal (mostra uma das páginas do livro)

Pesquisadora: O que é legal, esse desenho?

Mário: Não, os exercícios. É interessante

Pesquisadora: Vocês ficam mais curiosos em ler, acompanhar este tipo de leitura? Ou não?

O que acontece quando pega um livro deste tipo em sala de aula?

Felipe: É mais fácil, parece entretenimento.

Mário: É menos tediante.

Ainda que possivelmente induzidos pela opinião da pesquisadora, as falas dos estudantes evidenciam o interesse no que haviam lido, com a justificativa de atributos como interessante, parecendo entretenimento, que se opõem a tediante..

As opiniões que os estudantes deram sobre a leitura não foram baseadas apenas no que tinham acabado de ler, ou seja, as condições de produção imediatas, mas sim por todas as suas experiências em aulas anteriores, isto é, as condições de produção amplas. Como o sentido das palavras vem das posições de quem as emprega, os alunos não falaram apenas da posição de leitor daquele livro específico. Suas observações foram baseadas em toda a vivência escolar, ou seja, eles falaram da sua posição de aluno – mais abrangente que a posição de leitor -, comparando a dinâmica e a forma de aprendizagem de aulas anteriores.

Tivemos uma aula diferente, discutimos sobre o livro “Isaac Newton”, foi muito melhor do que aquelas aulinhas chatas, que agente nem entende direito o que aquela professora tenta ensinar.

(...) Acho que as aulas deveriam ser mais dinâmicas como hoje pois da para entender muito mais.

(...) livro “Isaac Newton e sua maçã”, onde mostra as teorias de Newton de uma forma gostosa de aprender facilitando para o ensino.

É possível que os diálogos entre alunos e pesquisadoras tenham interferido e influenciado no tema dos bilhetes, verificando-se uma possível mediação da pesquisadora nas opiniões manifestadas pelos estudantes. Notei indícios de que alguns desses discursos foram elaborados a partir da reflexão do que foi dito anteriormente por uma das pesquisadoras.

Um exemplo disso é o bilhete, em que a aluna afirma:

(...) afinal entendemos que não caiu do ceu mas que já tinha essas leis em mente. Ele só aperfezou suas idéias (...)

Provavelmente, essa aluna chegou a essa observação após os questionamentos da pesquisadora:

(...) Será que o Newton utilizou alguma coisa que outras pessoas já fizeram? Como é que é produzida alguma coisa na ciência? Acho que não é de uma hora para outra, a pessoa tem que estudar (...)

Outra aluna após ler sobre a reunião dos cientistas Christopher Wren, Robert Hooke e Edmund Halley e ouvir os comentários das pesquisadoras após a apresentação do grupo, se deteve

na reflexão de que a ciência é resultado da coletividade, que os cientistas não estão isolados em suas pesquisas. A seguir o bilhete:

Oi Carol, hoje eu tive uma aula muito interessante, eu li uma parte de um livro onde falava que para as pessoas descobrirem alguma coisa é preciso contar com a ajuda de outras pessoas, o livro que eu li falava sobre Newton, você já ouviu falar dele Carol?

No entanto, as mediações não foram apenas das pesquisadoras, no bilhete seguinte a aluna se referiu a um conteúdo do livro (velocidade da luz) que não foi comentado especificamente pelas pesquisadoras.

Olá meu amigo Bobby. Bom hoje eu fiquei sabendo mais sobre a velocidade da luz, sobre Einstein e Isaac Newton. Gostei dessa aula pois é uma coisa diferente e legal de saber.

O tema abordado está no livro *Albert Einstein e seu universo inflável*, o qual não foi lido por ela. Portanto, ela considerou que ficou sabendo mais sobre a velocidade da luz a partir do relato que ouviu dos colegas, ou seja, da mediação do coletivo da classe. Parece plausível pensar essas ocorrências como possibilidades de mediação social, decorrentes da leitura realizada no ambiente escolar.

Física e história

Para alguns alunos o fato de estarem lendo um texto sobre física não fez com que a aula deixasse de ser da disciplina de história. Pelo contrário, a aula chegou a ser considerada como sendo a primeira aula de história, como foi ressaltado pela autora do bilhete a seguir:

(...) A Flávia faltou!!! E hoje tivemos a nossa primeira aula de História!!! Legal, né

Outros alunos acharam que foi a primeira vez que a aula de história foi interessante, demonstrando um forte descontentamento com a aula usualmente ministrada nessa disciplina. A aula de história observada pelas pesquisadoras antes de iniciar a pesquisa não tinha uma atividade que pudesse envolver os estudantes. Os alunos simplesmente passaram a aula copiando o texto que a professora escreveu na lousa, retirado de um livro didático, o qual não era disponibilizado para os

alunos. Provavelmente as condições em que a disciplina história é ministrada fizeram com que eles achassem a aula com leitura de livro de divulgação científica melhor do que as que estão acostumados.

É a primeira vez que a aula de História foi legal é divertida, espero que toda segunda seja assim.

Ana, sempre nos dias em que você falta perde alguma coisa importante. Hoje tivemos a primeira aula de História. Interessante e legal (...)

Esses discursos também evidenciam que para o estudante aparentemente os conteúdos não estão previamente segmentados no currículo escolar. Os estudantes não deixaram de considerar a aula como sendo de história porque leram um texto relacionado à física, conforme o demonstrado nos bilhetes acima. Esse fato é importante, pois um dos questionamentos deste trabalho foi o de como funciona na escola, em aulas das disciplinas não relacionadas às ciências, a leitura de divulgação científica sobre ciência.

É possível perceber, a partir dos discursos dos alunos, a possibilidade de discutir em sala de aula outros assuntos que não sejam propriamente o que usualmente é considerado o conteúdo da disciplina. Dessa forma, o esforço na formação de leitores críticos e leitores de ciência não deve ficar restrito a um determinado grupo de educadores, de uma ou outra disciplina, mas da escola como um todo. Isso poderia ser facilitado por mudanças estruturais na escola que viabilizassem um maior entrosamento entre professores de diferentes disciplinas.

Observa-se que leitura de divulgação científica facilita a abertura da discussão de temas que não sejam limitados à grade curricular da disciplina. O uso na escola de livros de divulgação científica que tratam de ciência com uma linguagem mais acessível e, nesse caso, também com características literárias, contribui para diminuir a distância usual entre os campos discursivos da ciência e da literatura.

Normalmente, na esfera escolar, pela própria natureza disciplinar do ensino, existe uma visão compartimentada entre textos científicos e literários, o que reflete na sua oferta em sala de aula. Normalmente, textos científicos não são trabalhados pelo professor de literatura ou de outras disciplinas da área de humanas e, vice-versa, os textos literários não são usados pelos professores de ciência.

No entanto, Lajolo (1996) considera que a linguagem da ciência e a da literatura se aproximam por serem ambas ruptura dos usos correntes e cotidianos da linguagem. Zanetic (1998)

destaca, como já comentado anteriormente, a revelação tanto de cientistas com veia literária quanto escritores com veia científica. O autor se refere a eles como duas famílias: a primeira seria a dos cientistas com veia literária, que compreenderia aqueles indivíduos diretamente relacionados com a produção de conhecimento científico, mas que produziram obras que podem perfeitamente ser 'lidas' também como obras literárias. A segunda família seria a dos escritores com veia científica, os quais produziram obras literárias utilizando o conhecimento científico.

Nos bilhetes seguintes observa-se que o que é ressaltado não é apenas a consideração de ser uma aula de história, mas a temática "história de Newton e Einstein", não havendo referência à parte propriamente do conteúdo de física:

Eu gostei da aula de História, porque pela 1ª vez não me arrependi de ter vindo na aula de história de Newton.

Na aula de história, não aprendemos a matéria que estamos vendo, ficamos sabendo coisas interessantes sobre Newton e Einstein (...)

Hoje eu tive na 3ª aula a matéria de História ou melhor aula sobre: Newton e Albert hoje o assunto foi esse (...)

A utilização do material de divulgação científica possibilitou a instauração na sala de aula de contextos de leitura que propiciaram a produção de sentidos diversificados. Podemos considerar que a leitura de divulgação científica, em virtude de suas características, despertou diferentes interesses entre os estudantes.

Alguns alunos observaram mais o relato biográfico:

(...) Por exemplo, você sabia que Newton era o último da classe, e que quando nasceu, os médicos não lhe davam nem uma semana de vida?

Outros alunos destacaram as experiências científicas:

Hoje na escola eu aprendi que a lei de Newton é muito interessante, se nos amarrar uma bola no barbante vou sente a bola fazendo força pra se afastar de você, e se você saltar o barbante, a bola vai mais longe. A mesma coisa acontece com a lua em sua órbita em torno da terra. (...)

Outros se referiram a resultados científicos constantes no livro:

Mãe, E ai tudo bem, hoje a aula de historia porque eu li mais sobre Albert Einstein e seu universo inflável. Nós lemos sobre a luz que ela pode dar sete voltas na terra em apenas um segundo ou ir e voltar na lua em menos de dois segundos.

Já para alguns o que chamou atenção não foi nem a história, nem a física propriamente dita, mas um detalhe da ficção:

(...) nós lemos sobre as 3 fazes de Alice, que ela era um bichinho de maçã e que um pássaro comeu ela, daí ela passou pela experiência da boca, passou pelo intestino, sentiu o calor do intestino, os músculos se contraindo, ela passa pela parte dos nutrientes e depôs ela vira excremento do pássaro, foi muito legal eu adorei.

Adorei o livro, as palavras como se fosse um conto infantil, pois Alice era cega e muda, as pessoas leram como se isso fossem palavras estremas. Gostei de tudo, tudo aquilo que o livro pode transmitir, para que reflitamos e guardamos na mente e foi um grande trabalho de Newton.

A linguagem ficcional também originou alguns comentários dos alunos que leram *Albert Einstein e seu universo inflável*. Os trechos seguintes ilustram esse fato:

Eu achei a história do monstrinho legal porque conta que quando ele era pequeno, ele demorava para aprender as coisas e se divertia resolvendo problemas de matemática.

Eu achei que tem muita fantasia na história, que tem muita coisa que não é verdade, por exemplo que ele nasceu gordo e cabeçudo, como poderiam saber. É muita fantasia. Não gostei!

+ ou – o que ele diz sobre Aisten no começo não parece ser uma coisa concreta mas como não li o livro inteiro não vou julgá-lo.

Nestes dois últimos bilhetes, os estudantes manifestam sua descrença no discurso do autor, parecendo não aceitar a possibilidade de Einstein ter tido os problemas que ele aponta. Já no próximo bilhete, a aluna faz uma reflexão sobre o que foi lido, indicando que pensou no Einstein como tendo sido alguém igual a outras pessoas, mesmo que numa linguagem ficcional, o livro tenha comparado o cientista ao nascer com um “monstrinho”:

Eu achei o livro Albert Einstein e seu Universo Inflável, muito interessante, pois conta como era a vida de Einstein antes de suas descobertas, e mostra que ele era uma pessoa normal, não tinha nada de diferente das outras pessoas.

Dois alunos refletiram sobre as dificuldades com a matemática e concluíram que dependendo de como é vista, ela se torna mais fácil. Em outras palavras, eles destacaram a

importância da leitura. Eles perceberam que mesmo em se tratando de matemática, que consideravam difícil, dependendo de onde fosse feita a leitura, ela poderia ser compreendida.. A leitura, neste caso tornou-se não um meio de reflexão para as disciplinas de português, história ou geografia, mas também importante para a compreensão das possibilidades dos estudantes compreenderem a linguagem matemática na física. A seguir os bilhetes:

(...) Observei que matemática pra mim é mais difícil de entender do que física, apesar de fazer parte uma da outra. E assim também, nós apenas temos que saber interpretar o anunciado, que assim tudo ficará mais fácil (...)

“Oi” tudo bem, eu li o livro e descobri que a matemática é complicada pra caramba mais dependendo de onde você a vê ela fica fácil, fácil “thau”.

Manifestações pessoais

Para alguns estudantes a leitura e a elaboração dos bilhetes parecem ter se constituído na oportunidade para que manifestassem posições sobre eles próprios que possivelmente não apresentariam sem as mediações da leitura de divulgação científica. Essas manifestações nos bilhetes apontam para o papel da memória em histórias individuais, que integram as condições de produção desses discursos.

As condições de produção nos indicam que existe uma história de quem diz e de quem lê, e esta é constitutiva de quem lê ou ouve e de quem escreve ou fala, Orlandi (2001). Por isso, é necessário considerar os estudantes, sejam eles sujeito-escritor ou sujeito-leitor, como produtores de sentidos e indivíduos com suas histórias de leitura.

Pensar a leitura em sala de aula implica em considerar a multiplicidade de modos de leitura e de sentidos, já que no espaço escolar, lendo um mesmo texto, encontram-se diferentes sujeitos-leitores, com histórias de vida e leitura distintas, Silva e Almeida (1998).

Também podemos associar essas manifestações pessoais ao próprio gênero do texto lido. Os estudantes leram biografias dos cientistas, e as biografias permitem que o leitor se sinta “vivendo” o personagem biografado através de recursos literários. Dessa forma, é possível relacionar a escrita dos alunos ao próprio gênero da leitura.

Em alguns bilhetes, o posicionamento pessoal foi direto:

Bom, não tenho para quem escrever, por isso todos podem ler, ok.(...)

Neste trecho do bilhete, a aluna demonstra seu sentimento de solidão. O solicitado foi que escrevessem um bilhete a algum amigo (a) e, muitos deles foram direcionados ao destinatário. Na ausência de para quem escrever, a aluna afirma que todos podem lê-lo.

Ou implicitamente, quando colocaram preocupações próprias como se fossem do texto lido:

(...) li uma linda historinha do livro que se chama, A estranha história de Alice eu admirei pois ela era cega, surda e não sentia quase nada sabia como era dentro do seu coração e nunca deixou seus sonhos e idéias morrerem.

(...) este livro é muito legal de ler. Fala sobre os pensamentos do Isaac, tudo ele quer saber, porque da existência.

A elaboração de bilhetes permitiu também que os estudantes se manifestassem em relação às atividades realizadas em sala de aula. No exemplo abaixo, a aluna usa aspas na palavra discutir e entre parênteses coloca o que efetivamente considerou como pedido pelas pesquisadoras.

(...) Foi muito legal, pois lemos o início da vida deste grande gênio de forma cômica. Depois, as duas moças pediram para nós “discutirmos” (na verdade elas falaram para nós falarmos o que nós lemos) e foi legal.(...)

Outro aluno encontrou espaço até para demonstrar que se sentiu prejudicado pelas interferências de uma das pesquisadoras. O seu bilhete é uma justificativa por não ter feito a leitura com seus colegas de grupo:

Pó ... eu não li muito! Pois o
Pouco que eu li, foi interrompido
Mas foi muito legal!
Espero que elas voltem.
Mas vezes. Ou terça-feira
Obrigado

Desenhos

Na turma C, os alunos se serviram de outra linguagem além da escrita para escreverem os bilhetes. Foram os desenhos. Não podemos deixar de pensar o desenho como um sistema de representação e, como tal, sujeito a interpretações.

Julgo relevantes as observações de Souza (2001) ao desenvolver, no âmbito da análise de discurso, perspectivas voltadas ao estudo da imagem. A autora parte da premissa da não co-relação com o verbal, porém, não descarta o fato de que a imagem pode ser lida. Em função de suas propriedades e especificidades, a imagem se constitui em texto, e daí, em discurso, e como tal, tem seus modos de significação. Isso implica em falar também do trabalho de interpretação da imagem, procurando entender tanto como ela se constitui em discurso, quanto como ela vem sendo utilizada para sustentar discursos produzidos com textos verbais, e mesmo sem esses textos.

O trabalho de interpretação da imagem, como na interpretação do verbal, vai pressupor também a relação com a cultura, o social, o histórico, com a formação social dos sujeitos. A interpretação do texto não-verbal se efetiva, de acordo com Souza, por um efeito de sentidos que se institui entre o olhar, a imagem e a possibilidade do recorte, a partir das formações sociais em que se inscrevem tanto o sujeito-autor do texto não-verbal, quanto o sujeito-espectador. Sendo assim:

(...) Ler uma imagem, portanto, é diferente de ler a palavra: a imagem significa não fala, e vale enquanto imagem que é. Entender a imagem como discurso, por sua vez, é atribuir-lhe um sentido do ponto de vista social e ideológico, e não proceder à descrição (ou segmentação) dos seus elementos visuais. p.74

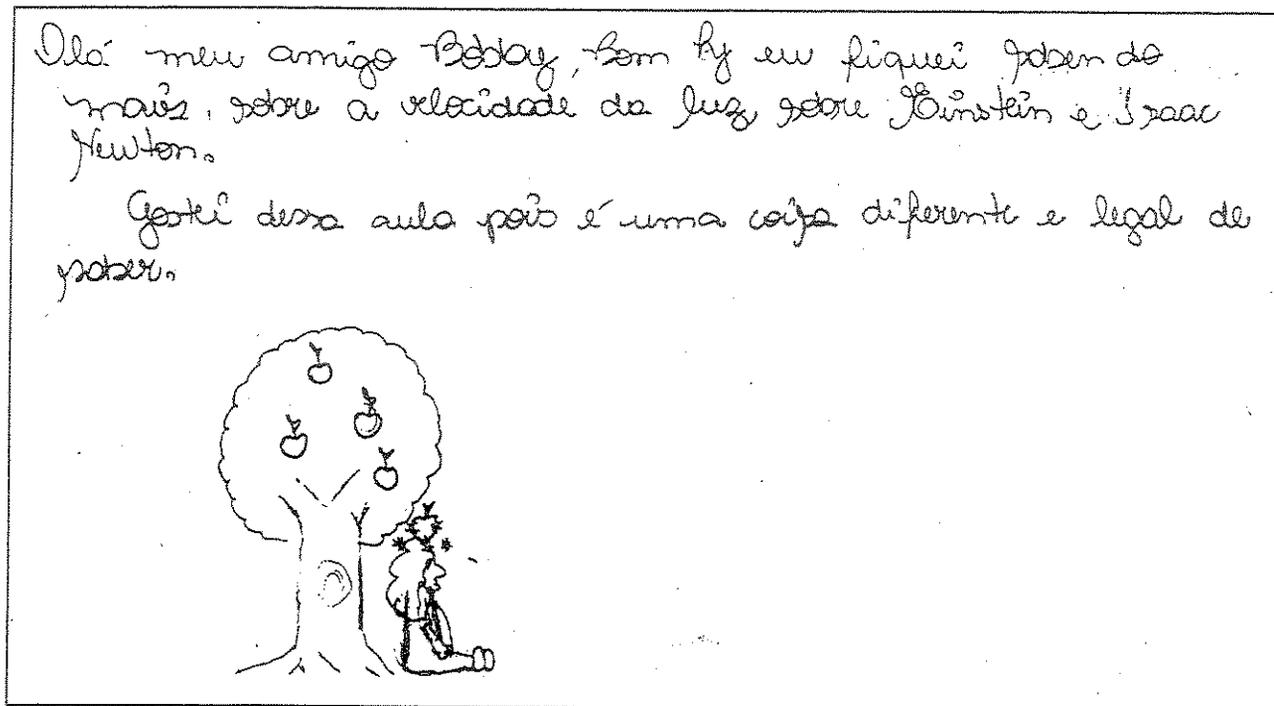
Embora suas reflexões estejam direcionadas à leitura de obras de arte, considero importantes as opiniões de Manguel (2001) ao dizer que:

Quando temos imagem – de qualquer tipo, sejam pintadas, esculpidas, fotografadas, edificadas ou encenadas; atribuímos a elas o caráter temporal da narrativa. Ampliamos o que é limitado por uma moldura para um antes e um depois e, por meio da arte de narrar histórias (sejam de amor ou de ódio), conferimos à imagem imutável uma vida infinita e inesgotável. p.27

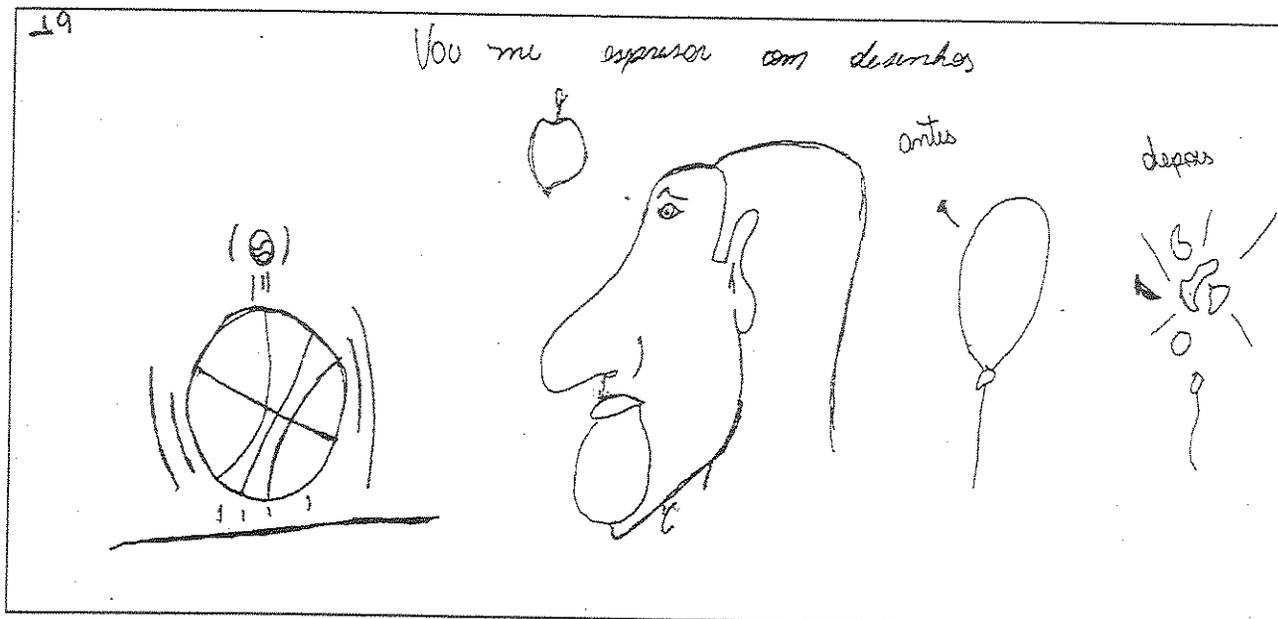
É interessante também o que esse autor diz sobre o sistema para a leitura da imagem. Manguel aponta que em contraste com um texto escrito, no qual o significado dos signos deve ser estabelecido antes que possam ser gravados na argila ou no papel, o código que nos habilita a ler

uma imagem é impregnado de nossos conhecimentos anteriores e criado após a imagem se constituir.

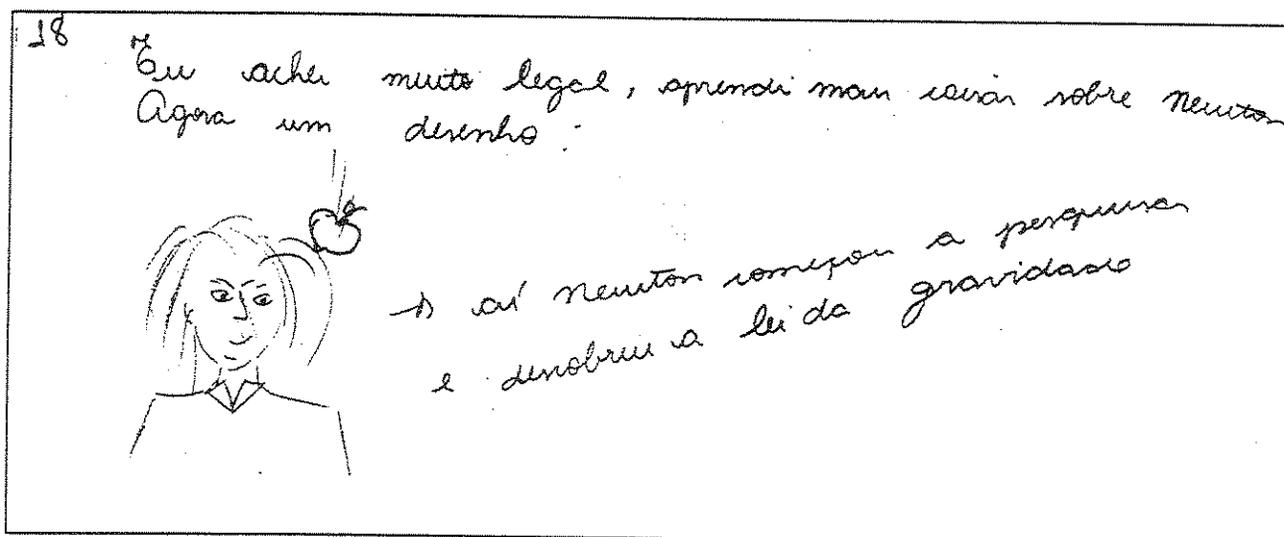
Retornando aos bilhetes, alguns alunos se detiveram em imagens do livro e desenharam ilustrações que não estavam nos trechos que pude observar que haviam lido. Uma aluna fez o desenho de Newton sentado embaixo da árvore e a maçã caindo em sua cabeça. Pelo que pude observar, ela leu sobre a reunião dos cientistas Christopher Wren, Robert Hooke e Edmund Halley, ou seja, trecho sem referência a suposta queda da maçã.



Outro aluno usou apenas a linguagem visual. Desenhou um planeta circulando, a maçã caindo na cabeça de Newton, uma bexiga com a indicação de antes e pedaço dela com indicação de depois.

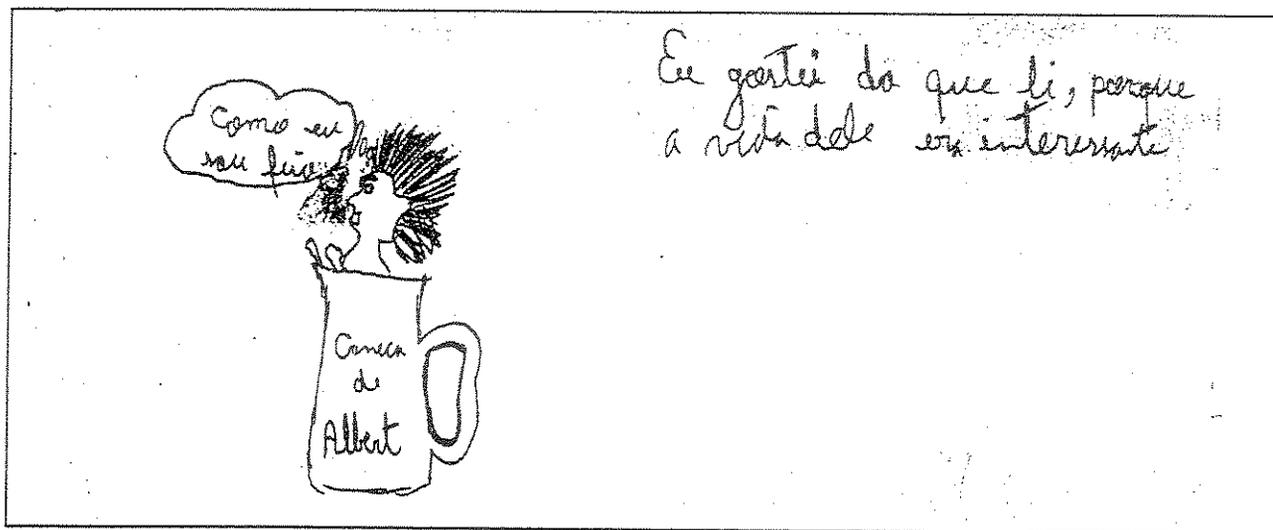


Outros dois alunos também fizeram desenhos a respeito da queda da maçã. Um deles deu sua opinião sobre a leitura: “Eu achei muito legal, aprendi mais coisas sobre Newton.”, depois avisou que ia fazer um desenho, como se esse fosse a complementação da escrita. O desenho é de uma maçã caindo na cabeça de Newton e uma seta que liga a seguinte frase: “Aí Newton começou a pesquisar e descobriu a lei da gravidade”



A princípio, parece que esses alunos reforçaram, em seus desenhos, a lenda da maçã, sobre a qual provavelmente já haviam ouvido falar antes mesmo da leitura que fizeram em sala de aula. No entanto, não se limitaram a reproduzir o que haviam lido no texto.

A leitura do livro *Albert Einstein e seu universo inflável* também serviu de inspiração para o desenho. Mais uma vez, o desenho foi complementar à linguagem escrita. O aluno deu sua opinião generalizada sobre a leitura: “Eu gostei do que li, porque a vida dele era interessante.” e fez o desenho de uma caneca com Albert dizendo: “Como eu sou feio.”



Os dizeres desse desenho, aparentemente, são referentes à leitura sobre o nascimento do cientista, no qual ele é comparado a um “monstrinho”. De forma geral, os desenhos feitos nos bilhetes se referiram mais à parte histórica da vida dos cientistas, seja da lenda da maçã no caso de Newton ou da aparência física de Einstein.

Gostaria de observar também as diferenças nos bilhetes produzidos pelas três turmas. Embora não tenha feito efetivamente um procedimento para compará-los, pude notar o quanto as condições de produção de cada turma influenciaram na produção dos mesmos. Na turma A, nota-se que os alunos tiveram interesse na elaboração dos bilhetes, preocupação de apontar uma análise da leitura e de opinar sobre a dinâmica da aula. Como o exemplo a seguir:

Na aula de hoje fizemos a leitura do livro Isaac Newton e sua maçã foi uma aula divertida e descontraída. Uma aula muito diferente, ficamos sabendo de vários fatos da vida de Newton que nem imaginávamos. Esse livro fala das leis de Newton, como ele começou a querer comprovar a gravidade dos objetos. Aulas desse estilo faz despertar em nós um interesse pelos estudos, temos vontade de aprender mais e saber o que acontece depois. Eu gostei muito dessa aula, pois aprendi muito e fiquei sabendo de coisas que nem imaginava que existia.

Já os alunos da turma B, na maioria fizeram observações mais genéricas e bilhetes curtos:

Oi Fernando, o livro que eu falo sobre Isaac Newton, este livro é muito legal de ler, fala sobre os pensamentos do Isaac.

Hades, hoje eu li uma história sobre Newton, muito legal e super interessante, eu nem sabia sobre a existência de Newton, e descobri coisas muito legais.

O livro era legal e interessante eu gostei.

Karina, hoje eu li uma história muito interessante e divertida. A história se chama Isaac Newton e sua maçã. Espero que você leia essa história e ache muito interessante.

De uma maneira geral, os alunos da turma C não fizeram uma análise abrangente da dinâmica de aula como os estudantes da turma A, porém seus comentários foram mais específicos aos trechos da leitura. Aparentemente, eles refletiram mais sobre o que leram, mesmo que alguns tenham apresentado sentidos aparentemente equivocados, os quais poderiam ser considerados interditados do ponto de vista da física.

A seguir alguns exemplos:

Olá Leonardo de Capri, gostaria de compartilhar uma ótima experiência, fomos separados em um grupo de três e lemos sobre um cientista famoso chamado Albert Einstein, algo que achei interessante foi a experiência que Albert fez com a banheira ele conta se vc agitar a mão levemente na água da banheira fará ondas longas (como as da luz vermelha), mas se agitar mais vagorosamente, terá ondas mais curtas (como as ondas azuis). Isso é apenas um pouco sobre a grandiosa história de Albert.

Giulia

Hoje a aula foi muito legal, aprendendo sobre Albeert Einstein e Newton. Ficamos sabendo que a luz da 7 milhões de vezes em torno da terra em 1 segundo, e leva 2 segundo para ir e voltar a lua. E o livro que lemos foi Albert Einstein, um livro muito interessente.

Hoje na escola eu aprendi que a lei de Newton é muito interessante. Se nos amarrar uma bola no barbante você sente a bola fazendo força pra se afastar de você, e se você soltar o barbante a bola vai voar longe, a mesma coisa acontece com a lua em sua órbita em torno da terra. Exatamente como a bola, ela faz força pra parar, mas alguma coisa a segura em seu lugar, a bola é mantida no lugar pelo barbante claro mas então o que segura a lua no lugar?

Neste último caso, mesmo com manifestações equivocadas, é interessante notar o questionamento levantado ao final do bilhete.

Os diálogos em classe

No item anterior descrevi tipos de bilhetes produzidos e coletados em sala de aula. No entanto, os discursos escritos não foram os únicos meios de manifestações dos estudantes. Como já foi relatado anteriormente, fizemos gravações em vídeo e fitas-cassete das atividades desenvolvidas nas três turmas, as quais permitiram a seleção de alguns episódios dos diálogos entre as pesquisadoras e os alunos, ocorridos ao término de cada período de leitura.

Esses episódios estão relacionados às perguntas feitas pelas pesquisadoras – conforme já foi mencionado anteriormente, além de mim houve a participação da minha colega de mestrado da Faculdade de Educação da Unicamp -, às respostas e perguntas dos alunos (todos identificados com nomes fictícios) e ao envolvimento deles em debates e discussões sobre os temas propostos.

As análises desses diálogos são importantes para percebermos as mediações das pesquisadoras, os interesses dos alunos pelos assuntos em debate e suas possíveis leituras.

Nos episódios, relatados ao longo deste capítulo, eu sou identificada como P1 e a minha colega como P2³. Durante os diálogos busquei direcionar os debates para as questões de maior interesse da pesquisa. Como já foi exposto não houve a preocupação com o aprendizado do conteúdo, porém algumas vezes foi necessário introduzir algumas explicações. Nesse sentido foram feitas as intervenções de P2, que como professora de física, respondia aos questionamentos dos alunos ou fazia alusão a um conhecimento prévio importante ao entendimento do assunto.

As condições de produção de cada turma influenciaram a coleta dos discursos. As melhores gravações, tanto de áudio quanto de vídeo, foram as realizadas na turma A, tornando-se assim possível selecionar o maior número de episódios dessa turma.

A agitação dos alunos da turma B e a falta de interação entre os grupos fizeram com que as gravações ficassem de baixa qualidade. Não houve uma discussão conjunta com todos os alunos da turma. As pesquisadoras foram a cada grupo para colher as opiniões e os comentários sobre a leitura. Na maioria dos grupos, um ou mais alunos reliam para as pesquisadoras os trechos lidos anteriormente. Nesta parte da dinâmica da pesquisa não houve uma avaliação crítica dos estudantes sobre a leitura. No entanto, os acontecimentos dessa turma, por si, são uma condição de produção relevante a ser pensada quando se pretende analisar o funcionamento da leitura na escola de hoje.

³ Tatiana Lança, bacharel e licenciada em física e aluna de mestrado na FE-Unicamp, é identificada nos diálogos como P2

Apesar da turma C ter participado satisfatoriamente de todas as etapas da pesquisa também nessa turma não foi possível a gravação de todos os diálogos, pois tivemos problemas com filmadora, cuja bateria descarregou e não conseguimos liga-la na tomada em função da inexistência de uma extensão. Dessa forma não tivemos a gravação em vídeo.

Desde o primeiro diálogo, conforme o exposto a seguir, os alunos da turma A demonstraram interesse em entender um pouco mais sobre o que estavam lendo:

Mário: (mostra o livro na p.157) É verdade esse cálculo, o resultado vai ser certo? Se eu olho para ele (vira em direção a Felipe) como vai ter uma força atraindo?

P2: Você acha que não tem? Por que será? A força só existe, como? Se você bater nele tem força? Como é que os planetas ficam girando um ao redor de outro e ao redor do sol, se não tivesse força nenhuma, será que isso seria possível ou não? Aí você consegue enxergar a força que o planeta atrai, o que o planeta faz sobre o outro.

P2: Consegue?

Turma: Não

P2: Então não existe?

Mário: Tá ali mas você não pode calcular.

P2: Só existe o que a gente pode ver?

Ninguém responde.

P2: Olha, esse tipo de força é uma força de campo, força que não tem que ter contato para acontecer, será que é verdade essa conta?

P2: É verdade. Porque é assim. O G é o número que você consegue medir e é o que vai dizer qual vai ser a proporção de atração e ou repulsão entre os corpos.

Enquanto minha colega tentava convencer os estudantes sobre a veracidade do que tinham lido, eu estava interessada em introduzir a reflexão histórica. A princípio para atender ao pedido da professora que me cedeu o horário de aula, mas principalmente para focalizar mais diretamente a leitura com a produção de significados pelos estudantes. Por isso, interrompo o diálogo, direcionando-o para a leitura mais relacionada com os assuntos históricos.

No capítulo, em que faço a leitura, é exposta a situação da Inglaterra no período em que Newton escrevia o *Principia*. Os problemas naquela época eram causados pela sucessão de diferentes monarcas que traziam consigo diferentes religiões. Na página 159 é apresentado um quadro com a sucessão dos monarcas (de 1502 a 1685) e suas respectivas religiões. Após o término da leitura, em que todos os alunos acompanharam com atenção, é dado prosseguimento ao assunto:

P1: *O que vocês viram nas aulas de história, com o surgimento das igrejas? A ciência está isolada de todo esse movimento, do que estava acontecendo naquele momento, na história do país?*

Ninguém responde.

P1: *Então como era a questão da religião naquela época? Vocês acham que isso influencia de alguma forma a ciência de Newton?*

Lúcia: *Ele era obrigado a seguir a religião.*

P1: *Vocês acham que essas disputas religiosas influenciam na ciência e no cientista que está lá em seu laboratório calculando, imaginando suas teorias?*

Lúcia: *Vai ver até tinha influência, mas ninguém sabia se tinha, eles guardavam em segredo.*

P1: *Você acha que guardavam em segredo porque queriam ou eram obrigados a guardar?*

Lúcia: *Era obrigado.*

Analisando as questões que propus, procurando quais eram os meus objetivos além do que já ressaltai (reflexão histórica), entendo que estava preocupada em destacar as relações dos cientistas com a Igreja, tentando relacionar as condições histórico-culturais e sociais da produção científica. Minha intenção era fazer com que os estudantes refletissem sobre a ciência como construção histórica, e para tal interrompi o diálogo anterior, iniciado por um aluno sobre o cálculo. Nota-se nesses dois diálogos o direcionamento dado na discussão pelas pesquisadoras, a partir de seus diferentes interesses.

As condições de produção imediatas do segundo diálogo foram provocadas por mim ao tentar induzir os estudantes a uma reflexão sobre a religião e a ciência. No entanto, os alunos já trazem suas condições de produção, as quais estão relacionadas com suas histórias de vida. Quando eu insisto em trazer para o debate a questão da Igreja, Lúcia, a aluna que se manifestou, não responde a partir unicamente da leitura feita em sala de aula, o que ela diz tem a ver com o que guarda em sua memória, o que já foi dito em ocasiões anteriores. Ela fala de uma posição possivelmente já determinada em relação à religião. Mas minha mediação, introduzindo a palavra obrigação na pergunta, pode certamente ter interferido na sua posição quando se referir à obrigação.

Num outro episódio, aproveitando que uma das alunas havia feito um comentário sobre clonagem, introduzo questionamento a respeito com a intenção de buscar indícios sobre até que ponto o que lêem na imprensa ou em livros interferem na formação de opiniões dos estudantes.

Mais uma vez, as respostas não estão baseadas nas condições de produção imediatas de leitura, mas remetem a uma memória discursiva.

P1: Vocês acham importante estar lendo sobre clonagem para formar suas opiniões?

Fernanda: Não, minha opinião já é formada, é mais pela religião, Se Deus deu a vida para você, você não tem o direito de querer fazer a mesma coisa. Acho que você não tem esse poder.

Felipe: Em outras palavras, o homem quer se comparar a Deus.

P1: Para a Fernanda, independente do que ela lê, ouve na televisão, ela tem opinião sobre clonagem formada pela religião, então ela não concorda com a clonagem. O mesmo acontece com vocês? As informações que vocês recebem não modificam as opiniões de vocês?.

Letícia: Não pode estar tão fechado, tem que aceitar outras idéias, outras teorias. Nem tudo que sabemos é o que está acontecendo. Os cientistas demoram a soltar as descobertas. Não concordo com a religião, acho uma coisa hipócrita. Acho que é mais fácil para as pessoas acreditarem no criador do que pensar no que aconteceu. Mas acho que a gente tem que respeitar a opinião dos outros.

P1: Os cientistas também?

Letícia: Os cientistas também têm que respeitar os outros. Ele não vai abrir a cabeça das pessoas e dizer agora você vai acreditar nisso que eu criei, ninguém consegue isso. As pessoas também não podem criticar o cientista porque ele acredita em outra coisa. Tem espaço para todo mundo.

As minhas perguntas apenas contribuíram para mediar as manifestações da Letícia, a partir de suas posições a respeito da igreja e do alcance dos “poderes” do cientista, assim como Fernanda e Filipe manifestaram suas posições religiosas, independentemente de possíveis informações que poderiam obter através da leitura.

Pequenos trechos de diálogos são importantes como indícios de quanto os discursos de alguns estudantes estão marcados de sentidos. Para alguns, as imagens que fazem de um cientista estão associadas a genialidade e loucura. Segue um exemplo disso:

André: *Vai que bateu na cabeça dele, ele ficou louco, deu loucura nele.*

P2: *Mas se ele era louco, a teoria dele não ia funcionar até hoje.*

André: *Todo gênio é louco. Você não viu o Einstein.*

P2: *Você acha que era louco?*

André: *Não sei.*

P2: *Graças à teoria dele dá para a gente lançar um monte de coisas no espaço, por exemplo, ele era louco ou serviu para alguma coisa?*

André: *Serve, mas ele era louco.*

Este diálogo aponta para o fato do aluno manifestar supostas formações imaginárias, ou seja, antecipa no seu discurso o que considera ser as características de um cientista. Ele o considera um gênio e como “todo gênio é louco”. Ele lembra de Einstein, não tanto pela sua obra, mas provavelmente pela imagem estereotipada que tem dele, com uma aparência (cabelos revoltos) que considera de louço. Imagem esta concretizada em fotos amplamente divulgadas em nossa sociedade.

Na realidade essa construção imaginária do aluno não é uma criação isolada desse aluno. Ele apenas reflete uma construção social, que se dá pelas condições culturais e repetição de determinados modelos em nossa sociedade. Matéria publicada pela *Folha de São Paulo* (14/05/95) aponta resultados de uma pesquisa realizada junto a estudantes de vários países, incluindo o Brasil, a qual revela que para a grande maioria dos alunos cientista é visto como gênio excêntrico que, em meio à solidão do laboratório e cercado por toda sorte de vidrarias esquisitas, planeja experiências mirabolantes.

Concordo com Oliveira (1998:228) que ao comentar os resultados da pesquisa comentada na *Folha de São Paulo* afirmou que essa visão reflete a imagem de alheamento do homem da ciência com respeito a tudo o mais que não diz respeito às pesquisas por ele desenvolvidas, sendo o saber a causa nobre que motiva sua existência. E que essa concepção dos alunos, em muito, deriva das imagens de neutralidade científica freqüentemente veiculadas pelos meios de comunicação de massa.

Em algumas das mediações feitas por minha colega de mestrado houve a intenção de questionar a idéia dos alunos sobre a genialidade do cientista, além de fazer com que refletissem se as descobertas científicas ocorrem ocasionalmente ou se são resultados de uma sucessão de pesquisas.

Após fazer uma leitura conjunta das ilustrações da “suposta” queda da maçã na cabeça de Newton, a pesquisadora perguntou aos alunos se achavam que foi por causa da maçã que Newton se tornou um super gênio. Não houve resposta imediata a essa questão e o diálogo ficou em torno de suas explicações sobre a força gravitacional. Apesar de ter optado por analisar a leitura em aulas diferentes das aulas de ciências, a fala da minha colega aproximou a leitura de condições provavelmente comuns em aulas de física.

No final do diálogo, a pesquisadora voltou ao assunto, da seguinte forma:

P2: Como ele descobriu, foi porque a maçã caiu na cabeça dele? Ou será que ele já vinha pensando sobre isso? Você acha que é fácil assim, cai uma maçã e você chega lá e $x=y$, $z=g$ e descobriu a gravidade.

P2: Então como ele consegue descobrir as coisas? Eu acho que tem que estudar, utilizar aquilo que foi feito. Será que se não fosse Newton, o Einstein teria descoberto alguma coisa ou não? Será que ele utilizou alguma coisa que o Newton fez? Será que o Newton utilizou alguma coisa que outras pessoas já fizeram? Como é que é produzida alguma coisa na ciência? Acho que não é de uma hora para outra, a pessoa tem que estudar

P2: As pessoas falam que foram olhar os rascunhos do Newton e o que mais tinha é papel escrito. Então aquela frase, conhece aquela frase, 99% transpiração, 1% inspiração, quer dizer, ele não foi um gênio, de repente descobriu tudo, ele teve que suar muito para fazer as contas, para tentar entender como as coisas passavam até chegar à teoria final dele.

P2: Agora só para a gente terminar, você acha que a pessoa consegue descobrir alguma coisa sem estudar antes, sem ajuda de outros estudiosos ou não?

André: Não, olha o Einstein.

Apenas um aluno, o André, se manifestou após a longa fala da pesquisadora, o que nos fez pensar que ela não tinha conseguido atingir seus objetivos. Porém, na aula seguinte, quando falávamos de outro assunto, uma das alunas disse *“acho que Einstein não existiria sem Newton. A ciência é todo um processo, você vai acompanhar aquilo que outro cara falou, você vai estudar aquilo, aperfeiçoar aquilo para descobrir coisas novas”*.

Neste comentário, a aluna refletiu sobre o processo de produção da ciência, ela configurou sua visão da ciência como de uma produção coletiva. Nessa fala há indícios de compreensão da ciência como um trabalho de equipe, seja por estar relacionado com outros cientistas, ou a trabalhos realizados anteriormente. Acredito que a observação feita por ela estivesse relacionada com o que minha colega disse na semana anterior e que a leitura dos livros de divulgação científica tenha possibilitado essas reflexões. Neste caso, as condições de produção imediatas da leitura foram constituídas pelos livros e pelas mediações das pesquisadoras.

No discurso dessa aluna configura-se a autoria, de acordo com o conceito da Análise de Discurso. O autor (no caso específico, a aluna) se constitui pela repetição. De acordo com Orlandi (1997) há três possibilidades de repetição: a repetição empírica (mnemônica), a repetição formal e a repetição histórica.

Na repetição empírica, só há retomada mecânica do dizer. Na escola, isso se dá quando o aluno repete sem entender, sem formular o que é dito pelo professor. A repetição formal, por sua vez, já põe em jogo a formulação da forma lingüística, ou seja, é um outro modo de dizer o mesmo. A repetição histórica é a que produz realmente conhecimento. É aquela em que o aluno mergulha do dizer em sua memória, significa-o, elaborando sentidos que não só respondem a situação

imediate, mas lhe permitem outras formulações. Quando isso ocorre, o aluno estará produzindo conhecimento e não apenas decorando ou devolvendo o que lhe foi dito.

Apoiando-me nas proposições de Orlandi, considero que no discurso dessa aluna ocorreu uma repetição histórica, uma vez que ela exercitou a memória para dizer o que havia ouvido na aula anterior, mas vai além, reformulando o discurso com suas próprias palavras, e direcionando-o num sentido próprio ao se referir à necessidade de estudar.

Os trechos de diálogos transcritos a seguir estão entre os que considero como os mais importantes para notarmos o interesse dos alunos pela leitura de temas científicos. Principalmente porque neles os estudantes apontaram quais as abordagens sobre a ciência lhes despertavam a atenção e os motivam à leitura.

P1: O que vocês querem ler sobre ciência quando pegam livros, revistas, jornais? O que vocês acham interessante saber sobre ciência?

Lúcia: O que estão fazendo para a cura de doenças.

Mário: As novas invenções.

P1: Que tipo?

Mário: Passou no jornal, uma sala em São Paulo, só de invenções que o povo inventa, tem óculos para colírio, óculos com dois canudinhos que você coloca e já pinga o colírio. É interessante, é legal.

P1: Olha só. A Lúcia falou da aplicabilidade da ciência para a cura de doenças. O Mário falou sobre invenções de máquinas. O (...), qual é o seu nome?

Artur

P1: O Artur também falou sobre invenções de máquinas. O que mais vocês acham interessante sobre ciência?

Wagner: Tecnologia.

P1: O que a ciência pode fazer aplicado em tecnologia?

Wagner: É, tem várias coisas: Máquinas, computadores.

Este diálogo evidencia o imaginário dos estudantes sobre a ciência. Nele nota-se indícios do quanto, para esses alunos ou pelo menos para o aluno Wagner, a tecnologia se sobrepõe à ciência propriamente dita. É como se para esses alunos não existisse pesquisa sem uma produção imediata. Provavelmente isso se deva às informações que os alunos recebem dos veículos de comunicação, inclusive os de divulgação científica, nos quais os resultados tecnológicos quase sempre são mais importantes do que todo o processo de produção científica.

Por outro lado, na fala de Mário também se nota a não diferenciação entre invenção do tipo óculos para colírio e ciência. É nítido o deslizamento de sentidos entre inventor e cientista, o que faz com que a própria ciência acabe se tornando sinônimo de invenção. Na espontaneidade do

diálogo não percebo, naquele momento, a contradição de conceitos e dou continuidade à conversa, até mesmo repetindo as palavras dos alunos.

Em um diálogo com outro aluno, em que estão sendo discutidas as teorias do início da vida e as posições religiosas, este vai fazer distinção entre físico e cientista. Provavelmente ele não atribui significado ao que deva ser um físico, ou mesmo não o considera como um cientista. Esse é outro exemplo de deslizamento de sentidos, nesse caso entre físico e cientista.

P2: Então se misturar as teorias não dá para explicar? O que dá para fazer é escolher uma teoria e seguir ela.

Wagner: Isso é o que eu acho.

P2: Nunca a teoria da física vai poder explicar ...

Wagner: É se aplicar a outra teoria.

P2: Legal, também penso assim. Quer dizer você pode acreditar em Deus e ser físico ao mesmo tempo, o que você acha?

Wagner: Depende. Físico, não digo, pode até ser, mas cientista, esses sim, se acreditar em Deus, e se entregar àquela teoria da evolução, de macaco, para mim não tem como.

É possível também que o aluno tenha noções sobre algumas das coisas que o físico faz e dentro de suas convicções religiosas aceite a possibilidade dessa produção, mas não a teoria da evolução negada pela sua religião.

Na intervenção relatada a seguir, estou interessada em obter a opinião dos alunos sobre qual relato eles consideram mais importante em uma leitura sobre ciência, ou seja, se estão interessados em saber os resultados da ciência ou de receberem informações sobre todo o processo de produção dessa instituição.

P1: Quando vocês lêem sobre a descoberta de um novo medicamento para a cura da Aids, quando você Lúcia lê sobre isso vai querer saber só que foi descoberto o medicamento ou você quer saber como o pesquisador chegou àquele medicamento, qual foi o processo da ciência para a descoberta desse medicamento?

Lúcia: Vou querer saber tudo o que ele fez até descobrir o medicamento, saber como ele descobriu o medicamento.

P1: Wagner, você quer saber como o cientista chegou até aquele computador ou basta saber que existe um novo computador superpotente que você vai apertar um botãozinho e pronto?

Wagner: É só saber que tem.

P1: É só isso. Você quer saber o resultado, onde vai apertar o botão?

Wagner balança a cabeça concordando.

P1: Então, gente, queria saber quem concorda com o Wagner que basta saber que tem o computador e saber onde aperta o botão, levanta a mão.

Apenas quatro levantaram. Mas é preciso notar o quanto as minhas questões foram direcionadas no sentido que me interessava ouvir as respostas dos estudantes.

P1: E quem concorda com a Lúcia que quer saber o processo da ciência para chegar ao medicamento?

A maioria levanta a mão.

As respostas dos alunos, acenando com a mão, precisam ser analisadas com certas restrições. Não se pode saber com certeza se os alunos que não levantaram a mão na primeira pergunta realmente não concordaram ou não acompanharam o questionamento, já que havia barulho de conversas paralelas. Na segunda resposta também não podemos ter certeza se o ato da maioria dos alunos de levantar a mão foi apenas automático.

E, principalmente, deve ser notado o direcionamento com que a pesquisadora se dirigiu aos estudantes. O discurso deles não pode ser analisado sem que se leve em consideração as condições de produção desse discurso. Dessa forma, nesse diálogo não pode ser descartada a possibilidade de que Lúcia e a maioria dos alunos quisessem satisfazer a pesquisadora e os outros contrariá-la.

No entanto ficou bastante evidente que, que a concepção da ciência, no entendimento de Wagner e aparentemente de outros quatro estudantes, é de algo que só chega à população quando produz resultados práticos (medicamento ou botãozinho do computador). A ciência não é lembrada por esses estudantes como uma instituição da sociedade, que certamente interfere na sua organização, mas que também está sujeita aos determinantes dessa mesma sociedade.

O escrever sobre a ciência

Os alunos da turma A, no final do segundo dia de pesquisa, responderam algumas questões que tinham como objetivo identificar aspectos do seu imaginário sobre o trabalho realizado por cientistas e jornalistas, e sobre a influência da ciência e tecnologia na sociedade. Esse assunto não foi prioridade de minha pesquisa, no entanto havia o meu interesse em identificar quais seriam, na opinião desses estudantes, os profissionais aptos a escreverem sobre assuntos relacionados à ciência.

Essas questões foram formuladas partindo da hipótese de que cientistas, jornalistas, literatos e outros profissionais que se disponham a escrever sobre a ciência não o façam da mesma maneira.

Constituídos como profissionais em formações discursivas diferentes, eles supostamente manifestam em seus discursos as marcas dessa formação.

Foi subentendendo essa hipótese que Almeida (1998), embora admitindo serem vários os autores de divulgação científica que escrevem em jornais, revistas de popularização da ciência e livros, remete preferencialmente para textos de cientistas. Nesse texto pode-se ler, com relação aos cientistas:

Estes conhecem cada condição e cada procedimento do processo de produção das idéias que visam divulgar, freqüentemente sabem inseri-las numa visão global da ciência a que essas idéias pertencem e, talvez mais importante, é provável que além de resultados e procedimento, julguem importante divulgar valores associados à sua produção. p.63

Não houve total participação dos alunos nessa atividade. O número dos que responderam foi de 25 alunos, quando na turma havia um total de 30. A primeira pergunta referente ao autor do livro *Isaac Newton e sua maçã* foi respondida por 18 estudantes. O questionamento era se achavam se o autor do livro era jornalista, cientista ou de outra profissão. Trinta e oito por cento dos alunos consideraram o autor sendo jornalista.

Convém ressaltar que, de acordo com a análise de discurso, o autor escreve para um interlocutor determinado, que faz parte de suas formações imaginárias. A formação imaginária é resultado do mecanismo da antecipação, ou seja, sujeito-autor projeta-se imaginariamente no lugar em que o outro o espera com a sua escuta e assim, guiado por esse imaginário, constitui, na textualidade, um leitor virtual que lhe corresponde, como um seu duplo. Esse leitor virtual, constituído pelo sujeito-autor através das formações imaginárias, é aquele que o autor imagina para seu texto e para quem ele se dirige.

A categoria das formações imaginárias da análise de discurso é de grande valia para a análise da produção de divulgação científica, pois permite que se explique a natureza discursiva desse gênero de discurso. Os recursos que o enunciador utilizará para a produção de seu texto dependerão das imagens que atribui a si próprio, ao seu interlocutor e ao contexto de fala. Ou seja, se tiver do destinatário uma imagem de público completamente leigo no assunto, se preocupará em utilizar uma linguagem mais acessível. Se, ao contrário, imaginar seu leitor mais familiarizado com o tema a ser exposto, fará uso de termos mais próximos de sua realidade.

Não é só o sujeito-autor que cria uma imagem para o seu interlocutor. O sujeito-leitor também imagina como deve ser o autor do livro que está lendo, através das características da

leitura o leitor forma para si a imagem daquele autor. Sendo assim, as respostas dos estudantes foram calcadas nas imagens que haviam criado dos profissionais e do autor a partir da leitura do livro, mas também das suas próprias histórias anteriores. Possivelmente, a linguagem mais simples, narrativa, descontraída, características desse livro de divulgação científica, provavelmente deve ter influenciado na formação imaginária de 38% dos alunos que deram a resposta sobre o autor e os levaram a considerá-lo como jornalista. Quanto aos demais, possivelmente consideraram o livro como sendo de ciência, e portanto escrito por um cientista.

A maioria dos alunos que consideraram o autor jornalista apresentou a concepção de que o papel do jornalista é levar a ciência para a sociedade numa linguagem mais simples do que aquela em que ela é produzida, atribuindo-lhe o papel de um tradutor da ciência, ou seja, de transmissor da informação repassada pelo cientista. A seguir alguns desses exemplos:

Os jornalistas contam aos outros sobre os estudos dos cientistas.

Os jornalistas a partir de depoimentos tentam transmitir para o mundo todo o porque daquela descoberta, daquela criação.

A segunda questão (Quem deveria escrever sobre ciência em livros, jornais e revistas: cientistas ou jornalistas?) foi a que contou com o maior número de respostas (25). Mais da metade dos alunos foram favoráveis a que cientistas escrevam sobre ciência. Deram como justificativa o fato deles estudarem a ciência e entenderem mais sobre o assunto a ser divulgado:

Cientista estuda as ciências e o jornalista só publica as matérias nas revistas e jornais.

Os cientistas. Eles conhecem mais da ciência do que os jornalistas.

Quem deveria escrever em revista deveria ser o próprio cientista porque ele está por dentro do ocorrido.

Os cientistas deveriam escrever sobre ciências porque eles entendem do assunto e jornalistas deveriam publicar o assunto da ciência que os cientistas escrevem.

Aparentemente, esses alunos gostariam de receber as informações diretamente dos cientistas.

A imagem dos jornalistas como pessoas que poderiam “mudar os fatos” é comum até entre os que são favoráveis a que quem escreva sejam esses profissionais:

(...) Os jornalistas “sérios” com a função de transmitir também essas informações de maneira mais fácil para o entendimento de leigos.

Por outro lado, note-se que no imaginário desse aluno o jornalista pode escrever de maneira a ser melhor compreendido. Note-se também que aí está o não dito a que a análise de discurso se refere. O aluno não precisou dizer que, na opinião dele, existem profissionais desqualificados para cumprir suas funções. Isso está pressuposto no seu discurso.

A forma pela qual os jornalistas obtêm as informações para fazer seu trabalho é questionada pelos estudantes. Um aluno declarou-se a favor de que as matérias científicas sejam escritas por jornalistas:

desde que ele procure exatamente o que foi descoberto.

Outro disse:

como os jornalistas obtêm uma informação de uma fonte que não é concreta muitas vezes acabam interpretando e transmitindo informações totalmente distorcida.

Um aluno que afirmou considerar os dois profissionais capazes de escrever sobre ciência fez distinção entre os veículos:

Ciências em livros=cientistas, Jornais e Revistas=jornalista

O que provavelmente significa, para esse estudante, que os textos científicos escritos por cientistas devem estar destinados aos livros técnicos, e os textos escritos por jornalistas aos meios de comunicação que visam atingir o público leigo, o que vem a ser objetivo da divulgação científica.

Os estudantes não relacionaram seus interesses na leitura sobre ciência com as formas de elaboração das matérias de divulgação científica. No entanto, existem particularidades na organização textual entre os profissionais. Provavelmente por conhecerem melhor cada processo dessa produção, por terem mecanismos para inseri-los numa rede mais ampla da ciência e pelas condições de produção tão distintas dos jornalistas, os cientistas divulgam com maior frequência os meios de produção da ciência, não se restringindo aos resultados, como comumente ocorre nos textos elaborados por jornalistas.

A última questão, que solicitou opinião dos estudantes sobre os impactos da ciência e tecnologia na sociedade, foi respondida por apenas 10 alunos. O que pode indicar que não é fácil para os estudantes fazer essa relação, demonstrando, inclusive, que eles não têm consciência do funcionamento do sistema de produção da ciência e tecnologia. Por outro lado, é possível que por terem respondido várias questões, os estudantes já estivessem cansados dessa atividade.

De forma geral as respostas dadas a essa questão evidenciam que os estudantes supõem um impacto de grandes proporções. Mas talvez tenham sido influenciados pela própria palavra contida na questão: “impacto”.

Depende do que for descoberto. Se for algo extremo o impacto também vai ser.

São muitos impactos é impossível citar todos eles.

Avança cada vez mais em todos os lugares.

O impacto é enorme, porque sem ela a vida seria completamente diferente.

Interesses de Leitura

Embora já nos bilhetes e em alguns episódios de diálogos, descritos em capítulos anteriores, tenha sido possível observar itens da leitura que despertavam maior interesse dos alunos, precisávamos ainda saber com maior clareza quais aspectos da divulgação científica que chamavam mais atenção desses estudantes.

Para isso foram elaboradas perguntas que questionaram o que gostariam de saber sobre Isaac Newton e Albert Einstein, e pedimos a indicação do que mais gostaram e menos gostaram na leitura que fizeram. Essas questões foram distribuídas aos alunos da turma B e turma C, as quais foram pesquisadas posteriormente, em junho de 2004.

Em relação aos cientistas, os estudantes demonstram ter curiosidade sobre suas produções científicas, sobre seus estudos e de obter maiores informações sobre suas vidas particulares. Algumas das respostas que indicam tal interesse são:

Gostaria de saber mais sobre as coisas que ele fez no mundo.

Qual foi a sua última descoberta?

O que incentivou ele a seguir esse caminho?

*Como ele conseguiu resolver fórmulas tão complicadas?
Toda a rotina da vida dele.*

Sobre sua vida fora das experiências, o que o povo achava dele?

De onde ele conseguiu aquele cabelo?

Como ele teve a idéia de descobrir as coisas?

A última questão respondida por esses alunos foi sobre o que mais gostaram e menos gostaram da leitura. As respostas dos alunos que leram *Albert Einstein e seu universo inflável* foram diversificadas. Desde os que não gostaram: “Não gostei do assunto.” “Não gostei das invenções.” “Eu não gostei do Beto.”, aos que gostaria de ter podido ler mais: “Não gostei de não poder ler tudo.” e os que afirmaram ter gostado, mas não especificaram exatamente o quê: “Gostei praticamente de tudo.” “Gostei de tudo.” “Gostei de tudo não tenho o que reclamar.”

Algumas das respostas dos alunos que leram *Isaac Newton e sua maçã* foram genéricas: “Eu gostei muito porque tem muita coisa interessante.” “Gostei de todo o livro.” “Achei muito interessante”. “Eu achei bastante interessante, eu gosto muito de leitura”; e outros alunos indicaram o quê mais gostaram: “Gostei das histórias em quadrinhos.” “Gostei porque é engraçado.”

No conjunto, as respostas indicam principalmente a diversidade nas preferências dos estudantes.

Considerações finais

Ao longo deste trabalho, procurarei refletir sobre como funciona na escola, em aulas de disciplinas não relacionadas às ciências, a leitura de textos de divulgação sobre ciência? E quais aspectos da divulgação científica chamam mais atenção desses leitores?

Considerarei que a resposta a primeira pergunta poderia contribuir para a formação de leitores de divulgação científica, que foi a questão inicial deste trabalho. Parti do pressuposto que formar um leitor de ciência é preparar o cidadão para a compreensão dos significados desta instituição, das suas limitações e do seu potencial de ação na sociedade. E de que esta formação deva ir além da simples apreensão de resultado final da ciência, devendo ser este leitor capaz de compreender os aspectos dos modos como esses resultados foram produzidos, para que se torne de fato um leitor com capacidade crítica.

Os livros *Isaac Newton e sua maçã* e *Albert Einstein e seu universo inflável*, respectivamente de Kjartan Poskitt e Mike Goldsmith, foram escolhidos para a pesquisa por serem considerados livros que tratam de ciência de uma maneira mais atraente para os leitores, sendo agrupados entre os livros de divulgação científica. Autores como Ricon e Almeida (1991) e Almeida (1998) justificaram a escolha desses textos principalmente porque são de linguagem simples e fornecem espaço às discussões e argumentações. Salém e Kawamura (1996) tiveram a preocupação em destacar os objetivos dos livros de divulgação científica de atrair o leitor para o mundo da ciência, divulgar a ciência a um público amplo e permitir ao leitor algo mais ligado ao prazer, que ao dever.

Neste trabalho, além da confirmação das observações dos autores citados, foi possível perceber que as linguagens científicas, de divulgação científica e literária, apesar de suas particularidades, são passíveis de encontros. São gêneros distintos que podem caminhar umas próximas das outras. Os livros de divulgação científica, disponibilizados para leitura em sala de aula, são exemplos desse entrelaçamento. Nas biografias de Isaac Newton e Albert Einstein, os autores utilizam recursos literários na narração das idéias desses cientistas, dos processos de produção de seus conhecimentos e dos contextos históricos de suas vidas. São demonstrações de que, através da linguagem, ciência e literatura se unem, sem que cada uma perca suas marcas.

Para verificar como funciona na escola, em aulas de disciplinas não relacionadas às ciências, a leitura de textos de divulgação sobre ciência, os livros foram utilizados nas aulas história e geografia, o que não é comum na atividade escolar. No entanto, pelo conteúdo dos

bilhetes que escreveram após a leitura, os estudantes não deixaram de considerar a aula como sendo de história porque leram um texto sobre ciência. A partir dos discursos dos estudantes percebe-se que existe a possibilidade do professor discutir em sala de aula outros assuntos que não sejam propriamente o que usualmente é considerado o conteúdo da disciplina.

A hipótese de que a diversidade de informações a partir de leituras variadas, tais como de textos de divulgação científica, possa abrir o leque de interpretações, possibilitar a contraposição de visões e facilitar a manifestação pelos estudantes de suas opiniões e interesses foi verificada a partir dos bilhetes escritos por eles ao término das aulas. As análises dos discursos dos estudantes permitem apontar a abertura de espaços para suas manifestações como uma das maiores contribuições da leitura de divulgação científica em ambiente escolar. A leitura permitiu que os estudantes se pronunciassem, expressando-se mais livremente que o habitual em sala de aula, dando oportunidade para que eles falassem de onde se situam e com isso trouxessem assuntos de fora da escola, ou seja, levassem assuntos do seu cotidiano para a sala de aula.

Nos episódios dos diálogos entre as pesquisadoras e os alunos, ocorridos ao término de cada período de leitura, foi possível perceber as mediações das pesquisadoras, os interesses dos alunos pelos assuntos em debate, suas possíveis leituras e quais aspectos da divulgação científica chamam mais atenção. Um dos diálogos evidenciou o imaginário dos estudantes sobre a ciência. Nele percebeu-se como a tecnologia se sobrepõe à ciência propriamente dita. É como se para esses alunos não existisse pesquisa sem uma produção imediata.

Percebe-se que a concepção da ciência, no entendimento desses estudantes, é de algo que só chega à população quando produz resultados práticos (medicamento ou botãozinho do computador, conforme o diálogo). A ciência não é lembrada por esses estudantes como uma instituição da sociedade, que certamente interfere na sua organização, mas que também está sujeita aos determinantes dessa mesma sociedade.

Provavelmente isso se deva às informações que os alunos recebem dos veículos de comunicação, inclusive os de divulgação científica, nos quais os resultados tecnológicos quase sempre são mais importantes do que todo o processo de produção científica. Por isso, a preocupação nesta dissertação de identificar aspectos do imaginário dos estudantes sobre o trabalho realizado por cientistas e jornalistas, e perceber as expectativas dos alunos na leitura relacionada à ciência.

A partir dos diálogos em sala de aula obteve-se indícios de que alguns estudantes estão interessados na evolução do pensamento científico, ou seja, saber de que forma os resultados da ciência foram produzidos. Se essa for intenção da maioria dos leitores, o que não é possível concluir apenas pelas observações desta pesquisa, a divulgação científica desenvolvida pelos meios de comunicação de massa está na contramão dos interesses dos jovens leitores. Em consequência das suas condições de produção - informação deve ser captada e processada em tempo curto, restrição de espaço, organização textual seguindo as normas jornalísticas, principalmente da objetividade - e da necessidade da informação científica se tornar “mercadoria” para as empresas, a divulgação científica, veiculada nos meios de comunicação de massa, não atinge os objetivos mais abrangentes da formação do leitor.

A utilização do material de divulgação científica possibilitou a instauração na sala de aula de contextos de leitura que propiciaram a produção de sentidos diversificados e, com isso, possivelmente contribuíram para a aquisição de novas práticas de leitura e desencadearam a construção de histórias de leitura dos estudantes. Dessa forma, foi possível estabelecer relações com o cotidiano dos alunos, ampliar seu universo discursivo, além de ressaltar aspectos da natureza da prática científica.

Apesar das condições de produção dos alunos, das dificuldades dos estudantes com a ortografia, os reflexos da precariedade do ensino da escola pública e da limitação temporal para a realização das atividades propostas na pesquisa, os estudantes manifestaram interesse na leitura de divulgação científica. No entanto, só um trabalho desenvolvido durante um período maior de tempo poderia fornecer alguma garantia da efetiva contribuição das atividades realizadas para a formação de leitores de divulgação científica.

Referências Bibliográficas

- ALMEIDA, Maria José P. M. de. *Discursos da ciência e da escola: ideologia e leituras possíveis*. Campinas, SP: Mercado de Letras, 2004.
- ALMEIDA, Maria José P. M. de; SILVA, Henrique C. da, MICHINEL, José Luis M. Condições de produção no funcionamento da leitura na educação em física. *Revista Brasileira de pesquisa em Educação em Ciências*. 1(1), p. 5-17, 2001.
- ALMEIDA, Maria José P. M. de. O texto escrito na educação em física: enfoque na divulgação científica, in ALMEIDA, Maria José P. M. de; SILVA, Henrique C. (orgs.). *Linguagens, Leituras e Ensino de Ciência*. Campinas: Mercado de Letras, 1998.
- ALMEIDA, Maria José P. M. de; RICON, Alan E. *Divulgação Científica e texto literário: uma perspectiva cultural em aulas de física*. Caderno Catarinense de Ensino de Física, 10, n.1, 1993.
- ALVETTI, Marco Antônio Simas. *Ensino de Física Moderna e Contemporânea e a Revista Ciência Hoje*. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Santa Catarina, SC, 1999.
- AUTHIER-REVUZ, Jacqueline. *Dialogismo e Divulgação Científica*. RUA: Revista do Núcleo de Desenvolvimento da Criatividade da Unicamp, Campinas, 5: 9-15, 1999.
- BACHELARD, Gaston. *A formação do espírito científico*. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- BARROS, Diana Luz Pessoa. Estudos do Discurso, in FIORIN, José Luiz (org.). *Introdução à Linguística II: princípios de análise*. São Paulo: Contexto, 2003.
- BRANDÃO, Helena Nagamine. Texto, gêneros do discurso e ensino, in BRANDÃO, Helena Nagamine (coord.). *Gêneros do discurso na escola: mito, conto, cordel, discurso político, divulgação científica*. São Paulo: Cortez, 2002.
- BUENO, Wilson da Costa. *Jornalismo científico no Brasil- os compromissos de uma prática independente*. Tese (Doutorado), Escola de Comunicação, Universidade de São Paulo, SP, 1985.
- BURKETT, Warren. *Jornalismo científico: como escrever sobre ciência, medicina e alta tecnologia para os meios de comunicação*. Tradução, Antônio Trânsito, Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1990.
- CALDAS, Graça. Comunicação, Educação e Cidadania: O papel do Jornalismo Científico, in GUIMARAES, Eduardo (org.). *Produção e Circulação do Conhecimento: Política, Ciência, Divulgação*. Campinas, SP: Pontes Editores, 2003.
- _____. Política de C&T, mídia e sociedade, in *Comunicação e Sociedade*, n.30, Pós-Com Umesp, p. 185-208, 1998.
- CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. *O uso do vídeo na tomada de dados: pesquisando o desenvolvimento do ensino em sala de aula*. Pro-Posições, vol. 7, n° 1 [19], p. 5-13, março de 1996.
- CASCAIS, Antonio Fernando. Divulgação Científica: A Mitologia dos Resultados. In: SOUZA, C; PERIÇO, M.N; SILVEIRA, T (orgs.). *A Comunicação Pública da Ciência*. Taubaté, SP: Cabral Editora e Livraria Universitária, 2003.
- CHALMERS, Alan F. *O que é a Ciência afinal?* São Paulo: Editora Brasiliense, 1993.
- CHAVES, Taniamara V; MACHADO, Rodrigo B. *Uma proposta para o ensino de física com textos de divulgação científica*. XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física, Rio de Janeiro, 2005.
- Disponível em www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvi/sys/resumos/T0467/1.pdf (acessado em 24-01-2005).

- CHAVES, Taniamara V. *Textos de divulgação científica no ensino de física moderna na escola média*. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós Graduação em Educação, Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2002.
- GOLDSMITH, Mike. *Albert Einstein e seu universo inflável*. São Paulo, Companhia das Letras, 2002.
- GOUVEIA, Guaraciara. *A Divulgação Científica para Crianças: o caso da CH das Crianças*. Tese (Doutorado), Centro de Comunicação Social, Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ, 2000.
- GUIMARÃES, Áurea M. Indisciplina e violência: a ambigüidade dos conflitos na escola, in AQUINO, Julio G. (org.) *Indisciplina na Escola: alternativas teóricas e práticas*. São Paulo: Summus Editorial, 1996.
- HERNANDO, Manuel Calvo. *Civilizacion tecnologica e informacion: El periodismo científico – misiones y objetivos*. Barcelona: Editorial Mitre, 1982.
- HOCHMAN, G. A Ciência entre a Comunidade e o Mercado, in PORTOCARRERO, Vera (org.) *Filosofia, história e sociologia das ciências*. Rio de Janeiro: Fiocruz, 1994.
- KLEIMAN, Ângela. *Texto e Leitor: Aspectos Cognitivos da Leitura*. Campinas, SP: Pontes, 2000.
- KOCH, Ingedore Villaça. *O texto e a construção dos sentidos*. São Paulo: Contexto, 2000.
- KUHN, Thomas. A função do dogma na investigação científica, in DEUS, D. (org.) *A crítica da ciência*. Rio de Janeiro: Zahar, p.53-80, 1979.
- LAJOLO, Marisa. Da ciência à poesia e vice-versa, in MARTINS, Maria Helena (org.). *Questões de Linguagem*. São Paulo: Contexto, 1996.
- LATOUR, Bruno; WOOLGAR, S. *A vida de laboratório – a produção dos fatos científicos*. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1997.
- LEIBRUDER, Ana Paula. O discurso de divulgação científica, in BRANDÃO, Helena Nagamine (coord.). *Gêneros do discurso na escola: mito, conto, cordel, discurso político, divulgação científica*. São Paulo: Cortez, 2002.
- LEITE, Ligia Chiappini Moraes. Leitura e Interdisciplinaridade, in *Simpósio Nacional de Leitura: Leitura, saber e cidadania*. Rio de Janeiro: PROLER: Centro Cultural Banco do Brasil, 1994.
- LIMA, Lara Viviane Silva de. *Jornalismo de Precisão e Jornalismo Científico: Estudo de Aplicabilidade*. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.
- LONG, Marilee; STEINKE, Jocelyn. The thrill of everyday science: images of science and scientists on children's educational science programmes in the United States, in *Public Understand. Sci.* 5, p.101-119, 1996.
- LOPES, Alice Cassimiro. Bachelard, obstáculos verbais e a epistemologia escolar, in ALMEIDA, Maria José P. M de; SILVA, Henrique César da. *Textos de palestras e sessões temáticas: III Encontro Linguagens, Leituras e Ensino de Ciência*. Campinas, SP, 2000.
- _____. Saberes em relação aos Quais o Conhecimento Escolar se Constituiu. *Conhecimento escolar: ciência e cotidiano*. Rio de Janeiro: Ed. UERJ, p.103- 155, 1999.
- _____. Currículo, Conhecimento e Cultura: construindo tessituras plurais, in CHASSOT, Attico; OLIVEIRA, Renato J. *Ciência, ética e cultura na educação*. São Leopoldo: Unisinos, 1998.
- _____. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v.13, n.3, p. 248-273, dez. 1996.
- MICHINEL, José Luis Machado. *O funcionamento de textos divergentes sobre energia com alunos de física: a leitura no ensino superior*. Tese (Doutorado), Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, SP, 2001.

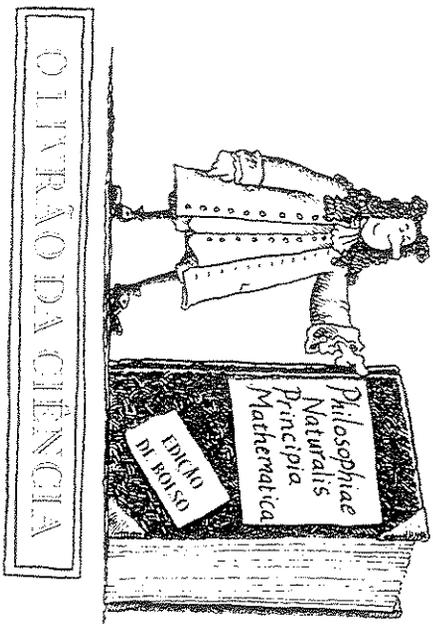
- MAINGUENEAU, Dominique. *Novas tendências em análise do discurso*. Campinas, SP: Pontes, 1997.
- MANGUEL, Alberto. *Lendo imagens: uma história de amor e de ódio*. São Paulo: Companhia das Letras, 2001.
- MARTINS, Isabel; DAMASCENO, Allan R. *Uma análise das incorporações de textos de divulgação científica em livros didáticos de ciências*. Disponível em www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epef/viii/PDFs/CO18_1.pdf (acessado em 04-01-2005)
- MARTINS, Isabel; NASCIMENTO, Tatiana G.; ABREU, Teo B. *Clonagem na sala de aula: um exemplo do uso didático de um texto de divulgação científica*. Revista Investigações em Ensino de Ciências, vol.9, nº 1, março 2004.
- MASSARANI, Luisa. Textos científicos para crianças, in ALMEIDA, Maria José P. M de; SILVA, Henrique César da. (org.) *Textos de palestras e sessões temáticas: III Encontro Linguagens, Leituras e Ensino de Ciência*. Campinas, SP, 2000.
- _____. *A divulgação científica no Rio de Janeiro: Algumas reflexões sobre a década de 20*. Dissertação (Mestrado), IBICT-ECA, Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ, 1998.
- MASSARANI, Luisa; MOREIRA, Ildeu de Castro. *A Retórica e a Ciência: Dos Artigos Originais à Divulgação Científica*. Multiciência- Revista Interdisciplinar dos Centros e Núcleos da Unicamp, n.4, maio 2005. Disponível em www.multiciencia.unicamp.br (acessado em 06-06-2005)
- MEDEIROS, Roberto. O conhecimento socializado e o papel do Jornalismo no contexto da Divulgação da Ciência, in SOUZA, C; PERIÇO, M.N; SILVEIRA, T (orgs.). *A Comunicação Pública da Ciência*. Taubaté, SP: Cabral Editora e Livraria Universitária, 2003.
- MENDES, Marta F. Abdala. *José Reis e o papel dos cientistas na divulgação científica*. Revista Ciência e Comunicação, vol.1, n.1, novembro de 2004. Disponível em www.jornalismocientifico.com.br/revista/artigomartaabdala.htm (acessado em 30-12-2004)
- MERTON, Robert K. Os imperativos institucionais da Ciência, in DEUS, Jorge Dias (org.) *A crítica da ciência: sociologia e ideologia da ciência*. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1974.
- MOIRAND, Sophie. *Formas discursivas da difusão de saberes na mídia*. RUA: Revista do Núcleo de Desenvolvimento da Criatividade da Unicamp, Campinas, 6: 9-24, 2000.
- MORA, Ana Maria Sánchez. *La divulgación de la ciencia como literatura*. Ciudad de México: Universidad Autónoma de México, 1998.
- MOREIRA, Ildeu de Castro. *A divulgação científica no Brasil*. Disponível em www.revista.fapemig.br18/opiniao.html (acessado em 24-02-2005)
- MORTIMER, Eduardo F. Sobre chamadas e cristais: a linguagem cotidiana, a linguagem científica e o ensino de ciências, in CHASSOT, Attico; OLIVEIRA, Renato J. *Ciência, ética e cultura na educação*. São Leopoldo: Unisinos, 1998.
- MOURA, Rodrigo; CANALLE, João Batista G. Os mitos dos cientistas e suas controvérsias. Revista Brasileira de Ensino de Física, v.23, n.2, jun.2001.
- NUNES, José Horta. A divulgação científica no jornal: ciência e cotidiano, in GUIMARÃES, Eduardo (org.). *Produção e Circulação do Conhecimento: Política, Ciência, Divulgação*. Campinas, SP: Pontes Editores, 2003.
- OLIVEIRA, Odisséa B. *Possibilidades da escrita no avanço do senso comum para o saber científico na 8ª série do ensino fundamental*. Dissertação (Mestrado), Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, SP, 2001.
- ORLANDI, Eni P. *Discurso e Texto: Formulação e Circulação dos Sentidos*, Campinas, SP: Pontes, 2001.

- _____. *Discurso e Leitura*. São Paulo, Cortez; Campinas, SP: Universidade Estadual de Campinas, 2001a.
- _____. Divulgação Científica e Efeito Leitor: Uma Política Social Urbana, in GUIMARÃES, Eduardo (org.). *Produção e Circulação do Conhecimento: Estado, Mídia, Sociedade*. Campinas, SP: Pontes Editores, 2001b.
- _____. *Análise de discurso: Princípios e procedimentos*. Campinas, SP: Pontes, 2000.
- _____. A Produção da leitura e suas condições, in BARZOTTO, Valdir Heitor (org.). *Estado de Leitura*. Campinas, SP: Mercado de Letras: Associação de Leitura do Brasil, 1999.
- _____. *Leitura e Discurso Científico*. Cadernos Cedes, ano XVIII, nº 41, julho, 1997.
- _____. *Interpretação: Autoria, leitura e efeitos do trabalho simbólico*. Petrópolis, RJ: Vozes, 1996.
- _____. *A Linguagem e seu Funcionamento: as formas do discurso*. Campinas, SP: Pontes, 1996.
- _____. Discurso: Fato, Dado, Exterioridade, in CASTRO, Maria Fausta Pereira (org.). *O método e o dado no estudo da linguagem*. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 1996.
- PECHULA, Márcia Reami. *Os signos mítico-sagrados na divulgação científica dos meios de comunicação de massa*. Revista Comunicarte, Pontifícia Universidade Católica (PUC), Campinas, v.19, nº 25, 2002.
- PIMENTEL, Renata M. L. *Discurso Jornalístico, Leitura e Educação*. RUA: Revista do Núcleo de Desenvolvimento da Criatividade da Unicamp, Campinas, 9; 129-148, 2003.
- POSSENTI, Sírio. *Notas sobre linguagem científica e linguagem comum*. Cadernos Cedes, ano XVIII, nº 41, julho de 1997.
- POSKITT, Kjartan. *Isaac Newton e sua maçã*. São Paulo, Companhia das Letras, 2001.
- REGO, Teresa Cristina. A indisciplina e o processo educativo: uma análise na perspectiva vygotskiana, in AQUINO, Julio G. (org.) *Indisciplina na Escola: alternativas teóricas e práticas*. São Paulo: Summus Editorial, 1996.
- RICON, Alan E; ALMEIDA, Maria José P. M. de. *Ensino da física e leitura*. Leitura: Teoria e Prática, v.10, n.18, p.716, 1991.
- ROSA, Maria Inês P. *Investigação e ensino: articulações e possibilidades na formação de professores de ciências*. Ijuí: Ed. Unijuí, 2004.
- ROSA, D.G da; TERRAZAN, E.A. *Ensinando ciências naturais nas séries iniciais utilizando textos de divulgação científica*. Congresso de Leitura do Brasil (COLE), 13º, Resumos, Campinas, SP, 2001.
- SALÉM, Sônia; KAWAMURA, Maria R. *O texto de divulgação científica e o texto didático: conhecimentos diferentes?* Atas do V Encontro de Pesquisadores em Ensino de Física, p.588-590, Águas de Lindóia, SP, 1996.
- SALOMÃO, Simone Rocha. Linguagem científica e linguagem poética: práticas culturais na escola, in ALMEIDA, Maria José P. M de; SILVA, Henrique César da. (org.) *Textos de palestras e sessões temáticas: III Encontro Linguagens, Leituras e Ensino de Ciência*. Campinas, SP, 2000.
- SILVA, Ezequiel Theodoro. *De Olhos Abertos – reflexões sobre o desenvolvimento da leitura no Brasil*. SP: Editora Ática, 1991.
- SILVA, Henrique César da; ALMEIDA, Maria José P. M. de. Condições de Produção da Leitura em Aulas de Física no Ensino Médio: Um Estudo de Caso, in ALMEIDA, Maria José P. M; SILVA, Henrique C. (orgs.). *Linguagens, Leituras e Ensino de Ciência*. Campinas: Mercado de Letras, 1998.

- SILVA, Henrique César da. *Discursos escolares sobre gravitação newtoniana: textos e imagens na física do ensino médio*. Tese (Doutorado), Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, SP, 2002.
- _____. *Como, quando e o que se lê em aulas de física no ensino médio: elementos para uma proposta de mudança*. Dissertação (Mestrado), Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, SP, 1997.
- SILVA, Hosana Saete Curtt. *Artigos de Divulgação Científica e Ensino de Ciências: Concepções de Ciência, Tecnologia e Sociedade*. Dissertação (Mestrado), Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, SP, 2003.
- SILVA, Telma D. *Jornalismo e a Divulgação Científica*. RUA: Revista do Núcleo de Desenvolvimento da Criatividade da Unicamp, Campinas, 8: 129-146, 2002.
- SILVEIRA, Tatiana S. *Divulgação e política científica: do Bar do Mané à Ciência Hoje (1982-1998)*. Dissertação (Mestrado), Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, SP, 2000.
- SOUZA, Suzani Cassiani; ALMEIDA, Maria José P. M. *Leituras na mediação escolar em aulas de Ciências: A fotossíntese em textos originais de cientistas*. Pro-Posições, vol. 12, nº 1 [34], março de 2001.
- SOUZA, Suzani Cassiani. *Leitura e fotossíntese: proposta de ensino numa abordagem cultural*. Tese (Doutorado), Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, SP, 2000.
- SOUZA, Tânia Conceição Clemente de. *A análise do não verbal e os usos da imagem nos meios de comunicação*. RUA: Revista do Núcleo de Desenvolvimento da Criatividade da Unicamp, Campinas, 7: 65-94, 2001.
- TERRAZAN, Eduardo. O potencial didático dos textos de divulgação científica: um exemplo em física, in ALMEIDA, Maria José P. M de; SILVA, Henrique César da. (org.) *Textos de palestras e sessões temáticas: III Encontro Linguagens, Leituras e Ensino de Ciência*. Campinas, SP, 2000.
- VIERNE, Simone. Ligações Tempestuosas: a ciência e a literatura. In: *A Ciência e o Imaginário*, Centre de Recherche sur L'Imaginaire, Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1994.
- VILAS BOAS, Sergio. *Biografias & Biógrafos: jornalismo sobre personagens*. São Paulo: Summus, 2002.
- ZAMBONI, Lílian M. S. *Cientistas, jornalistas e a divulgação científica: subjetividade e heterogeneidade no discurso da divulgação científica*. Campinas, SP: Autores Associados, 2001.
- ZANETIC, João. Literatura e Cultura Científica, in ALMEIDA, Maria José P. M; SILVA, Henrique C. (orgs.). *Linguagens, Leituras e Ensino de Ciência*. Campinas: Mercado de Letras, 1998.
- ZUCCOLILLO, Carolina Maria. *Língua, nação e nacionalismo - um estudo sobre o guarani no Paraguai*. Tese (Doutorado), Instituto de Estudos da Linguagem, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2000.

Anexos

Anexo 1



Isaac trabalhou firme em seu grande livro durante um ano e meio. A maior parte do tempo, ficou trancado em seus aposentos, e sua única companhia era o Humphrey, que metulosamente punha o livro no papel, palavra por palavra.

Nos primeiros meses, Newton mandava bilhetes para John Flamsteed, o astrônomo real, que cobravam do colado a determinação mais exata possível da posição dos planetas. Flamsteed fazia das tripas coração, apesar de nunca ter conseguido entender por que o Isaac era tão exigente. Como todo mundo, ele achava que as órbitas dos planetas eram determinadas pela gravidade do Sol e ponto final. Não podia imaginar que o Isaac começara a desconfiar que cada planca tinha sua própria gravidade e afetava um pouco a trajetória dos outros.

Finalmente, no verão de 1686, a *Philosophiae naturalis principia mathematica* ficou pronta. Isaac sabia que a obra seria um tremendo clássico, por isso teve o maior cuidado em lhe dar tal aparência.

Como escrever um tremendo clássico do século XVII

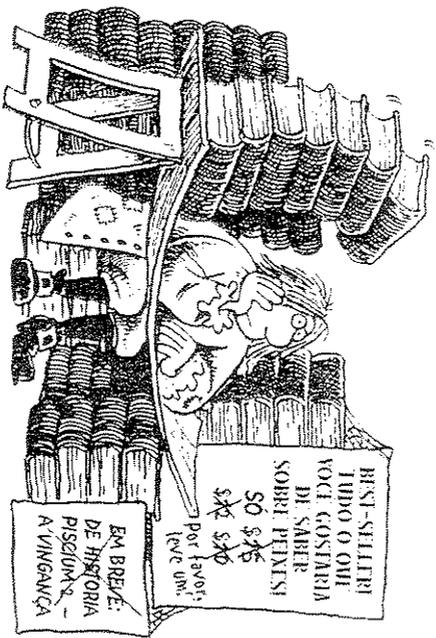
- Escrever em latim. Desse modo qualquer acadêmico do mundo poderá lê-lo. Isso também significa que os camponeses ignorantes não entenderão palavra, o que evitará que façam perguntas idiotas sobre ele.
- Não usar cálculo diferencial ou integral. Afinal, você ainda está tentando manter seu novo método matemático em segredo. Em vez disso, todas as suas provas e raciocínios devem se basear na antiga matemática grega, o que complica muito as coisas, mas ao menos todo mundo está acostumado com ela há milênios.
- Dar a ele um título extravagante, que significa "Principios matemáticos da filosofia natural".
- Não deixar Robert Hooke vê-lo.

Com toda a certeza, o Isaac seguiu à risca os três primeiros pontos, mas, como já veremos, se enrolou no último.

Quando Isaac terminou de escrever sua grande obra (os *Principia*, como costumava ser chamada), ela acabou sendo não um livro, mas três. O primeiro era basicamente o *De motu* retrabalhado, que teve uma cópia manuscrita apresentada em abril de 1686 à Royal Society. Edmund Halley se encarregou de cuidar da obra, no que fez muito bem, porque não fosse ele, o livro nunca teria sido publicado. Halley abandonou seu trabalho para incentivar Isaac e releu o que este havia escrito. Pagou todas as despesas e também teve de enfrentar dois grandes problemas.

Os problemas editoriais de Halley

O primeiro problema é que publicar livros custa um dinheiro, e é sempre uma incógnita se um livro vai dar retorno ou não. (Por falar nisso, se você comprou este livro com seu dinheirinho, é o momento adequado para lhe agradecer. Muito obrigado.) A sociedade tinha acabado de financiar a publicação de um calhamaço chamado *De historia piscium*, do qual vendeu pouquíssimos exemplares. O que não dá para entender: como é que ninguém compra um livro com o título instigante de *A historia dos peixes*? Você não apostaria que iria ser o maior best-seller? Pois é, o mercado editorial é assim mesmo.



Em todo caso, os membros da sociedade andavam hesitando em investir o resto do seu capital em outro livro, de modo que Edmund Halley precisou de muita salvação — para não dizer de um bom punhado do dinheiro dele — para convencê-los a publicar a obra de Isaac. Deve-se lembrar que, quando saíram, os *Principia* também não venderam muito, mas acabaram virando leitura obrigatória no mundo todo.

O outro problema que o Halley teve de enfrentar foi uma reclamação furiosa.



Está bem, sr. Hooke, vamos tentar ser justos. Alguns anos atrás, o senhor tinha escrito o seu *Discurso sobre a natureza dos cometas*, e é verdade que disse ali que todos os planetas e o Sol tinham sua gravidade própria, e citou a lei do inverso do quadrado. MAS suas explicações eram frágeis e se baseavam no "éter", que não existe. O caso é que o Isaac descobriu a lei do inverso do quadrado séculos antes do senhor, embora a tenha guardado em segredo. Além do mais, o senhor apenas faz suposições e não consegue provar coisa alguma.

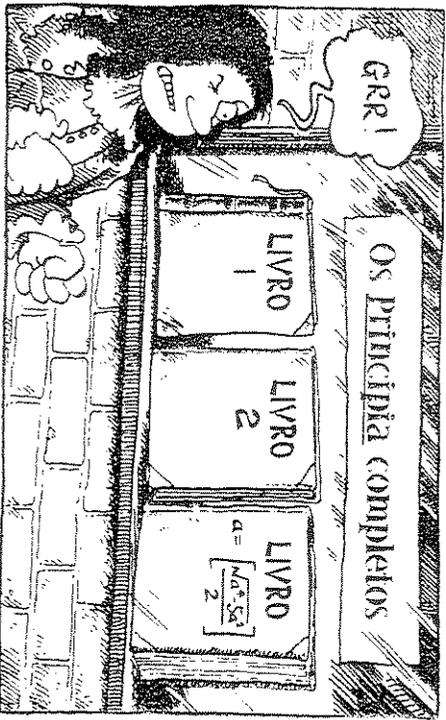


Ah, sim, claro que poderia.



Ainda em 1686, Isaac concluiu seu segundo livro, mas quando já ia terminando o terceiro, ouviu dizer que o Hooke continuava a falar mal dele para todo mundo nos cafês de Londres. Para grande desapontamento de Halley, Isaac se recusou a entregar o terceiro livro.

Halley acabou pedindo a Christopher Wren que convencesse o Isaac de que a única coisa que o Hooke estava fazendo era ficar mais contestável e ridículo que nunca. Isaac mudou de idéia, mas antes de entregar o terceiro livro, rescreveu-o. Ele havia tentado tornar o terceiro livro mais fácil de acompanhar, mas agora a edição original modo, que só quem tinha lido os dois primeiros livros poderia entender o terceiro. Também complicou o mais que pôde a matemática do livro, só para ter certeza de que o Hooke não conseguiria acompanhá-la ou, pior ainda, proclamar que ela era de sua autoria.

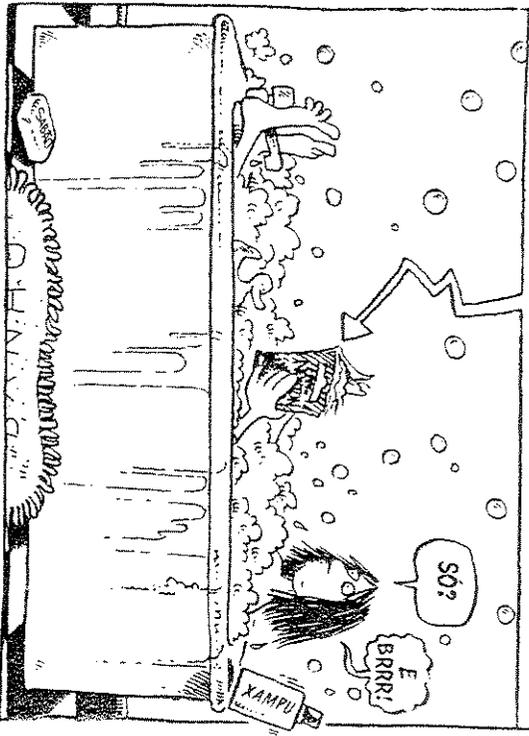


Afinal, de que tratavam os Principia?

De forças. Simples, não é?

Na verdade, os Principia tinham 550 páginas, de modo que traziam mais alguns pequenos detalhes além disso, mas se você está lendo este livro na banheira e a água está começando a esfriar, eis as duas coisas principais que o livrão do Isaac diz:

- Quanto maior é a força com que a gente empurra uma coisa, mais depressa a coisa se move.
- Tudo é atraído por todas as outras coisas, e quanto maiores, mais sólidas e mais próximas elas forem, maior a atração.



Neste ponto, se quiser, você pode sair do banho e esvaziar a banheira. Quando voltar a este livro, pode até trapacear e recomençar da página 158, mas se fizer isso, vai perder os geniais trechos técnicos com que nós outros vamos nos divertir a partir de agora. Azar o seu.

Os trechos técnicos — em forma agradável e simples

As idéias de força, gravidade e peso são bastante simples para nós atualmente, mas antes de Isaac introduzi-las, o mundo estava acostumado somente ao “éter” e às “coisas em seus devidos lugares”. Isaac não só forneceu essas curiosas idéias novas, como também mostrou que se podia medir e calcular tudo, em vez de apenas dizer vagamente que “as coisas acontecem”.

As partes mais úteis dos *Principia* ainda são usadas por engenheiros e físicos a cada dia que passa. São elas:

AS LEIS NEWTONIANAS DO MOVIMENTO

Primeira Lei de Newton: Todas as coisas permanecem em repouso ou se movem em linha reta na mesma velocidade, a não ser que uma força aja sobre elas.

Bem, a primeira parte da lei é simplíssima. Tudo o que não está se movendo só vai se mover se alguma coisa lhe der um empurrão. Fácil.

A segunda parte é mais interessante. Diz que todas as coisas que estão em movimento continuarão se movendo para sempre em linha reta na mesma velocidade, a não ser que uma força aja sobre elas. Imagine que você esteja num carro, numa velocidade constante, numa estrada reta e plana. Se você fechar os olhos e tapar os ouvidos, não será capaz de dizer em que velocidade está se movendo — pode ser até que nem saiba se está parado ou não. Isso porque não há nenhuma força agindo sobre você e você pode ficar confortavelmente sentado no seu banco.

Se de repente o carro acelerar, você vai perceber, porque se sentirá empurrado para trás no seu banco pela força que vai agir sobre você. Claro, depois que o carro alcançar a velocidade mais rápida e parar de acelerar, você não sentirá mais essa força.

Se o carro frear de repente, a velocidade rapidamente diminuirá e você vai se sentir lançado para a frente. É por isso que você deve usar o cinto de segurança: ele proporciona a força necessária para reduzir sua velocidade.

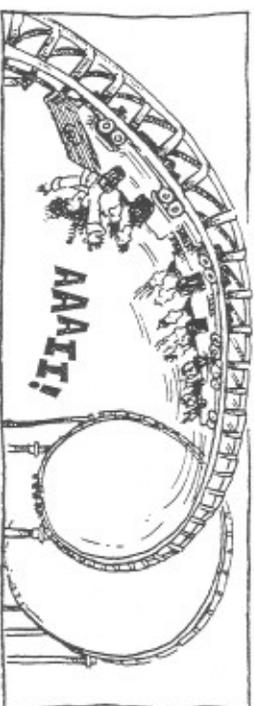
ACELERANDO...

FREANDO



Se o carro fizer curvas, você também vai sentir, porque será jogado para um lado ou outro pelas forças que vão agir então.

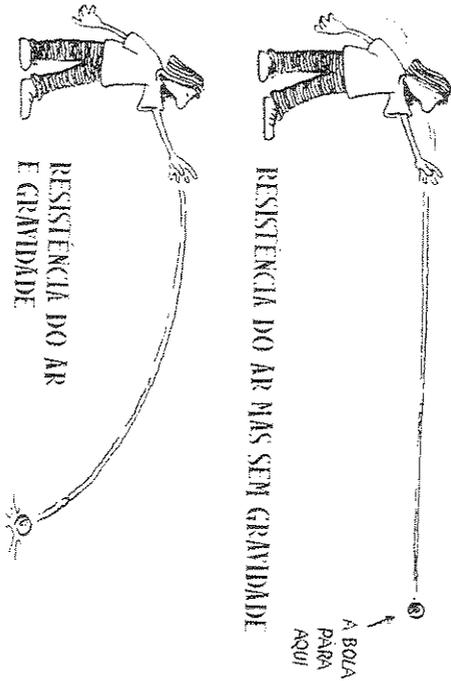
Se você for a uma dessas montanhas-russas que fazem loops, ela vai acelerar você, desacelerar você, empurrar você não só para o lado mas também verticalmente, quando você virar de cabeça para baixo no loop. Quer dizer, você vai sentir uma porção de forças, que provêm das mais diferentes direções, agindo sobre você, e é isso que torna o brinquedo tão excitante!



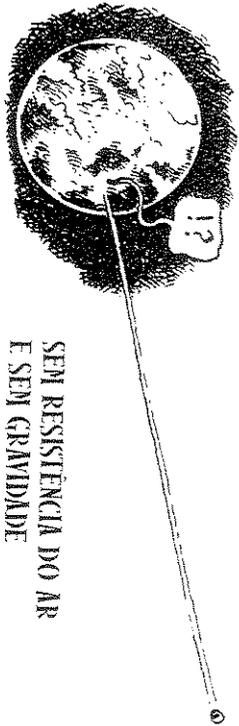
Recapitulando: quando se acelera, se desacelera ou se faz uma curva, sempre tem uma força agindo. É essa a Primeira Lei de Newton.

Tem outra idéia mais interessante ligada a ela:

Se a gente atirar uma bola para a frente, duas forças estarão agindo sobre ela enquanto ela se afasta. A resistência do ar reduz gradativamente a velocidade da bola, e, ao mesmo tempo, a gravidade puxa a bola para o chão.



Não fossem essas forças, a bola voaria em linha reta sem parar até o fim do Universo!

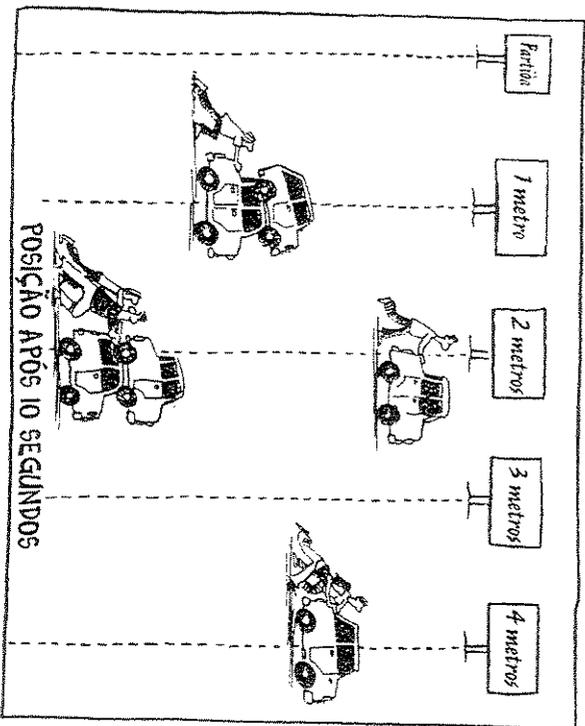


Essa é boa, hein?

Segunda Lei de Newton: A mudança de movimento depende da intensidade da força.

Já tentou empurrar sozinho um carro? No começo, para movê-lo, você tem de empurrar com muita força. Isso porque o carro está ganhando velocidade, em outras palavras, está acelerando — o que consome força. Quando o carro atingir a velocidade que você deseja, você já não precisará empurrar com tanta força para que ele continue andando. (Quando o carro estiver andando rápido o suficiente, você só precisará fazer força para empurrar o ar para fora do caminho e superar o atrito das rodas.)

Se você dispuser de alguém para ajudá-lo, o carro vai receber o dobro de força — e você vai ver que ele ganhará velocidade duas vezes mais rápido. Já se você empurrar dois carros, eles só vão ganhar a metade da velocidade.



Essa lei tem uma fórmula que provavelmente é a fórmula mais importante da física:

$$\text{Força} = \text{Massa} \times \text{Aceleração}$$

ou $F = MA$, para abreviar

Claro que não fica nada claro escrever uma coisa como "força igual a massa vezes aceleração" sem explicá-la, por isso na primeira parte dos *Principia* Isaac tomou o cuidado de dizer com exatidão o que cada palavra significa. Vamos descobrir:

ACELERAÇÃO

Já vimos o que é aceleração quando falamos do Galileu. Se tiver preguiça de procurar a página: significa com que rapidez sua velocidade está mudando. Imagine que você esteja indo a um metro por segundo, um segundo depois a dois metros por segundo, um segundo depois a três metros por segundo... A sua velocidade estará aumentando um metro por segundo a cada segundo ou, como se costuma dizer — muito confusamente, convenhamos —, um metro por segundo por segundo. Você pode escrever assim: 1 ms^{-2} , o que só complica um pouco mais as coisas, de modo que vamos em frente...

MASSA (e como perder peso facilmente!)

Hoje em dia, a massa é medida em quilogramas. Ela depende do volume e da densidade do objeto, ou, em palavras mais simples, do tamanho e da consistência dele.

Imagine que você tenha um tijolo e uma esponja do mesmo tamanho. O tijolo vai ter muito mais massa, porque é mais denso. Claro, se sua esponja fosse mil vezes

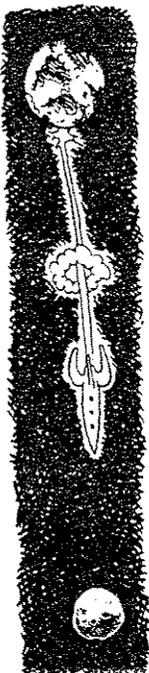
maior que o tijolo, seria mais pesada, porque você teria muito mais esponja.

O esquisito é que massa *não* é a mesma coisa que peso. Você pode verificar isso pessoalmente: basta ter uma balança e um foguete espacial. Faça o seguinte:

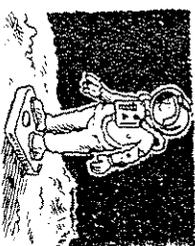
- 1 Suba na balança e veja qual o seu peso — por exemplo, 50 kg.



- 2 Pegue sua balança, entre no foguete e voe até a Lua.



- 3 Quando descer na Lua, suba de novo na balança. Você vai ver que seu peso é mais ou menos 8 kg. *Massa!*



- 4 Volte para casa no foguete, mas enquanto estiver no espaço, experimente subir na balança. Ai vai ser moleza, porque você estará flutuando e, claro, seu peso será zero!



O que aconteceu? Por que seu peso diminuiu? Será que alguém tirou tudo o que existe dentro do seu corpo?

Claro que não. O que é difícil de entender é que o peso é uma força. Quando você sobe numa balança, na verdade ela não mede sua massa, mas a força dos seus pés empurrando para baixo. Essa força vem da gravidade da Terra, que puxa sua massa para o chão. Na Lua, tem muito menos gravidade puxando sua massa para baixo, por isso a balança mostra uma força menor. No espaço sideral, quase não tem gravidade nenhuma, portanto a balança não mostra nenhuma força — em outras palavras, você não tem peso! No entanto, sua MASSA é a mesma: você continua com 50 kg.

Como as balanças caseiras medem uma força, e não a massa, elas não deviam marcar quilogramas, mas unidades de força. Ei, que negócio é esse de medir força? Vamos ver...

FORÇA

Antes de Isaac explicar o que é força, ninguém sabia direito o que era, mas hoje em dia sabemos perfeitamente.

Imagine que você tenha uma peça de metal com uma massa de 1 kg flutuando no espaço. Agora imagine que você dê um empurrão nela acelerando-a um metro por segundo a cada segundo. Sabe quanta força você precisará aplicar? A resposta é... um newton.

Pois é, quando inventaram as unidades métricas, em homenagem a Newton deram seu nome às unidades de força. Assim, para ser precisa, a sua balança caseira deveria marcar newtons. Quer dizer que um newton é a mesma coisa que o peso de 1 kg? Infelizmente, não...

Voltemos a **Força = Massa × Aceleração**.

Galileu mostrou que um objeto ao cair tem uma aceleração constante, que na Terra é cerca de dez metros por segundo por segundo. (Na Lua, é apenas 1,6 metro por segundo por segundo.) Assim, se na equação pusermos a aceleração igual a 10, podemos calcular a força de um objeto caindo na Terra:

$$\text{Força} = \text{Massa} \times 10$$

Assim, se sua massa é 50 kg, e se você cair de um edifício, a força que puxa você para a Terra será:

$$\text{Força} = 50 \times 10, \text{ o que dá } 500 \text{ newtons}$$



Como a aceleração é constante, a força é sempre a mesma, não importando a velocidade com que você cai. Mesmo se você estiver caindo com uma velocidade zero (isto é, se não estiver caindo, mas estiver em cima da balança no seu banheiro), a força que puxa você para o chão continua sendo de quinhentos newtons.

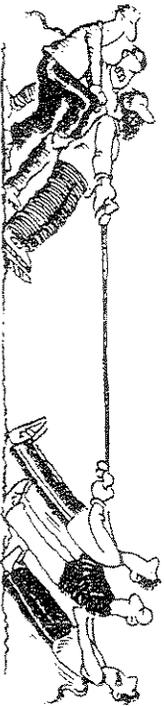
As balanças caseiras deveriam ter suas escalas em newtons, e não em quilogramas. Mas parece que os fabricantes de balanças caseiras consideram que você só vai usá-las na Terra, por isso eles marcam suas escalas em quilogramas.

No começo deste livro, eu disse que você descobriria por que newtons demais matariam você — pois bem, se um elefante que pesa duas toneladas sentar sobre você, ele vai empurrá-lo para baixo com uma força de 20 mil newtons. Dureza!

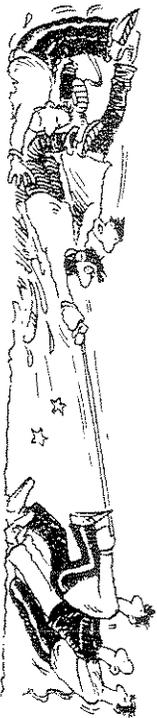
Terceira Lei de Newton: A Toda ação corresponde uma reação igual e oposta.

Esta é uma graça e muito simples. O que ela diz é que, quando a gente empurra alguma coisa, essa coisa empurra a gente de volta. (Ou, se a gente puxa, ela puxa a gente de volta.) É a mesma coisa que acontece quando você se encontra num carro que está acelerando: o encosto do seu banco tenta empurrar você para a frente e, ao mesmo tempo, seu corpo empurra o encosto para trás. Vejamos outro exemplo: duas equipes jogando cabo-de-guerra.

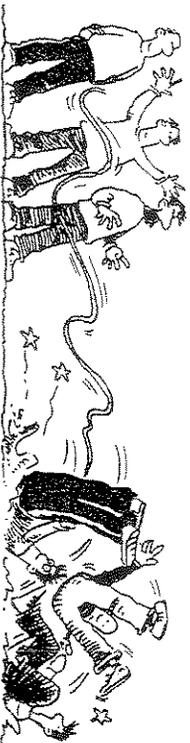
Se ambas puxam com a mesma força, não saem do lugar.



Se uma equipe puxa um pouco mais, a força extra faz que a outra equipe acelere em sua direção.



Mas se a outra equipe soltar de repente a corda, a primeira equipe não vai ter mais nada pelo que puxar e vai levar um trambolhão.



Outra maneira de considerar a lei é ver o que acontece quando você pula. Enquanto você empurra os pés contra o chão, o chão empurra você de volta e faz você subir a uma altura de, digamos, um metro. Mas quando são empurrados contra o chão, seus pés também fazem a Terra se mover na direção oposta, afastando-se de você. Como a Terra é muito maior e mais pesada do que você, ela só se move um pouquinho. Na verdade, muito pouquinho mesmo, cerca de 0.000000000000000000000001 de um metro.

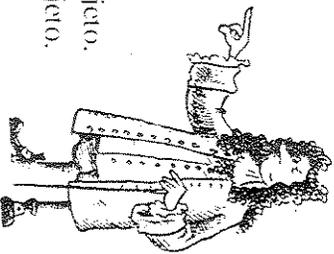
Talvez você fique preocupado por ter empurrado a Terra para fora da sua órbita, mas não precisa entrar em pânico. Quando você desce, o oposto acontece. A Terra está puxando você para ela, mas você também está puxando a Terra de volta para você. Depois do seu pulo, a Terra vai estar de volta ao mesmo lugar! Claro, se você pular muito alto e se afastar da Terra, aí sim, você a terá movido um pouquinho de nada. Mas, cá entre nós, como você saiu voando espaço alfora e com certeza esqueceu de levar um lanche e um agasalho bem grosso, o fato de a Terra estar um tiquinho fora de posição vai ser a última das suas preocupações.



A fórmula do "Super-G"

Todas essas leis e descrições levam a um final espetacular. Isaac disse que tudo, da mais ínfima partícula à maior estrela, tem sua gravidade própria, logo tudo é atraído por todas as outras coisas. Mas quão poderosa é essa atração? Isaac chegou à seguinte fórmula, que determina a atração entre dois objetos quaisquer:

$$F = \frac{M_1 M_2 \times G}{d^2}$$



F é força (obviamente).

M_1 é a massa do primeiro objeto.

M_2 é a massa do segundo objeto.

d é a distância entre eles.

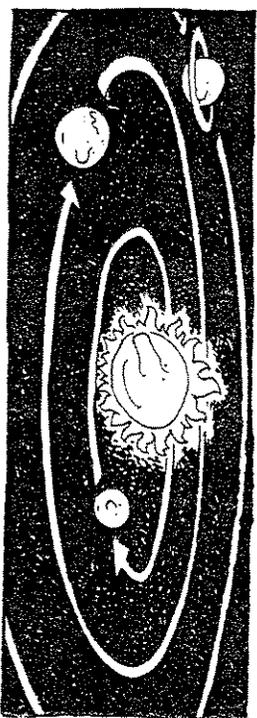
G é um número fixo, chamado constante gravitacional.

Isaac afirmou que sua fórmula se aplicava a absolutamente todas as coisas de qualquer tamanho em todo o Universo, e a chamou de Lei da Gravitação Universal.



Para dizer a verdade, na época Isaac estava se arriscando ao afirmar isso, mas o tempo provou que ele estava certo. Essa fórmula se adequava às leis de Kepler, se adequava às observações que Flamsteed fizera no Observatório Real e abria as portas para a solução de todo tipo de problemas.

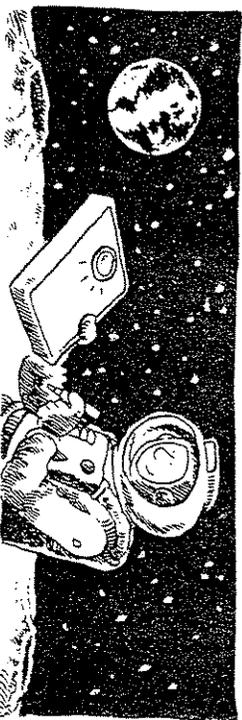
- No caso de um planeta que gira em torno do Sol, basta você pôr a massa do planeta, a do Sol e a distância entre eles, que poderá calcular a força que os mantém unidos.



- Se quiser calcular a força de gravidade que age sobre um foguete que se afasta da Terra, é só pôr as massas do foguete e da Terra, depois ir mudando a distância à medida que ele se afasta. Neste caso, também dá para usar o cálculo diferencial e integral do Isaac.



- Você pode usar a fórmula para mudar os números da sua balança, para que ela funcione direito na Lua.



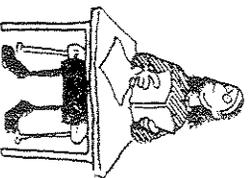
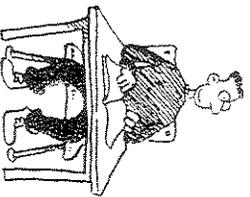
- Ela explica por que um relógio de pêndulo funciona mais devagar no equador do que no pólo norte. Como a Terra gira, tende a ficar mais protuberante dos lados, de modo que o relógio no equador fica um pouquinho mais distante do centro da Terra. Por isso a gravidade no equador é um tiquinho mais fraca!

ROTAÇÃO



PROTUBERÂNCIA

- Se você está sentado, numa sala, a certa distância de alguém que lhe agrada, pode até calcular a atração gravitacional entre vocês dois! Daqui a um minuto vamos ver como.



O Isaac fez uma descoberta e tanto. A única coisa que ele não viveu o bastante para ver foi o valor preciso do número "G", o qual foi calculado em 1798 por Henry Cavendish e depende de que unidades de medida a gente usa. Se a gente medir a distância em metros, a massa em quilogramas e a força em newtons (claro!), então $G = 0,000000000000667$.

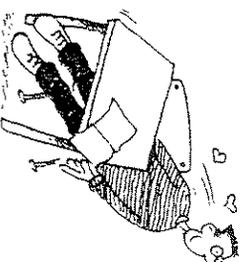
Bem, você está sentado, numa sala, a 3 m da pessoa mais adorável do mundo. Qual a força gravitacional que está atraindo vocês um para o outro?
Digamos que cada um de vocês pese 50 kg. Use a fórmula...

$$F = \frac{M_1 \times M_2 \times G}{d^2}$$

ponha os números...

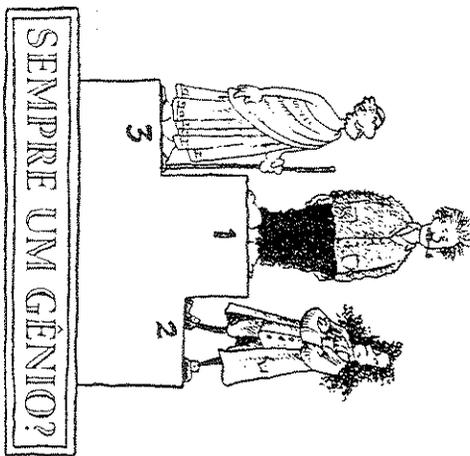
$$F = \frac{50 \times 50 \times 0,000000000000667}{3 \times 3}$$

... e vai descobrir que a força que atrai vocês um para o outro é de 0,0000000185 newtons.

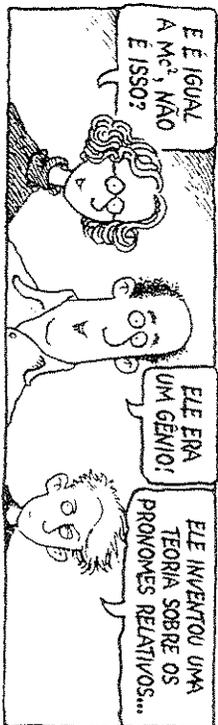


Para ser sincero, ela não é suficiente para arrastar vocês aos gritos através da sala num frenético choque de paixões, mas se vocês dois estiverem flutuando no vácuo e dispostos a esperar alguns dias, podem acabar grudadinhos. Melhor que nada, não acha?

Anexo 2



Todo mundo já ouviu falar do Albert Einstein. Ele é famoso de morrer. Mas por quê?



Muita gente diz que ele é o cara mais genial de todos os tempos. É possível: quantos outros foram capazes de juntar tantas pedrinhas do quebra-cabeça do Universo? Espaço, tempo, átomos, luz, gravidade, energia... O Beto era mesmo um crânio! Eis uma lista bem resumida do que ele descobriu:

- como o Universo funciona e como fazê-lo parar de desinflar;
- como viajar no tempo;
- como contar átomos;
- como transformar coisas em luz e luz em coisas, e
- como, olhando firme para o céu, mas firme mesmo, talvez você possa enxergar sua própria nuca.

Como é que ele conseguiu fazer todas essas descobertas fantásticas? Para saber, é só dar uma olhada no seu diário perdido (tudo bem, tudo bem, o diário nunca existiu...).

Diário perdido do Beto

Lembrete: como ser o mais genial, sempre.

1. Tudo no Universo é, na verdade, simplíssimo. Se parece um pouco complicado, é porque não estamos pensando direito.
2. Para entender como o Universo funciona, é só formular as perguntas certas e pensar nelas a fundo e com muita lógica. Aí você vai ser capaz de entender um montão de coisas incríveis, mas lembre-se...
3. ... não confie nem nas respostas do senso comum, nem no que as outras pessoas dizem (nem mesmo se uma delas for o Isaac Newton!).



ESPERA AÍ! EU MONTEI O QUEBRA-CABEÇA DO UNIVERSO SÉCULOS ATRÁS. EU SOU O MAIS GENIAL DE TODOS OS TEMPOS. POR ACASO TEM COISA MAIS GENIAL QUE A MINHA LEI DA GRAVITAÇÃO UNIVERSAL?

O Newton sempre aparece quando a gente menos espera. Daqui a pouquinho vamos falar dele. E não vai ser por causa da sua Lei da Gravitação Universal — que, aliás, o Beto mostrou não ser tão universal assim.

Neste livro você vai descobrir também algumas coisas interessantes sobre o Beto, por exemplo, que ele foi expulso da escola, que os nazistas tentaram assassiná-lo, ou que o cérebro dele foi retirado.

6

As teorias do Beto tratam de coisas que não dá para experimentar num laboratório, por serem extraordinariamente rápidas, pesadas ou pequenas. Assim, em vez de experiências em laboratório, ele realizou experiências em pensamento, valendo-se da sua imaginação prodigiosa para visualizar como tais coisas deviam funcionar. Quando, nestas páginas, você topa com uns estranhos “e se?” e verificar as surpreendentes e fantásticas respostas que ele deu, também estará fazendo experiências em pensamento — muitas vezes as mesmas que o Beto fez.

Essas experiências em pensamento, ele utilizou para desvendar os segredos do espaço e do tempo, entre eles: como as coisas em movimento encurtam, como a gravidade torna o tempo mais lento e como a matéria curva o espaço. Isso talvez soe cabeludo demais, e talvez lhe digam que você pode ir perdendo a esperança, que não vai entender patavina. Pois saiba que um dos aspectos mais brilhantes das teorias do Beto é que qualquer um é capaz de acompanhá-las sem precisar fazer um só cálculo. Como disse o próprio Beto:

A ciência nada mais é que o aperfeiçoamento do raciocínio cotidiano.



Além do mais, para ajudar você a destrinchar essas teorias, bolamos umas versões bem divertidas delas.

Ao terminar o livro você terá descoberto um dos segredos mais bem guardados do século XXI: você é capaz de entender as teorias do Einstein, elas não são tão difíceis quanto se diz, nem vão fazer churrasquinho dos seus miolos.

7



O MONSTRINHO

Certidão de Nascimento	
NOME:	<i>Albert Einstein</i>
DATA DE NASCIMENTO:	<i>14 de março de 1879, às 11h30</i>
LOCAL DE NASCIMENTO:	<i>Rua da Estação, 135, Ulm, Alemanha</i>
PAI:	<i>Hermann Einstein, comerciante de penas de ganso</i>
MÃE:	<i>Pauline Einstein (Pauline Koch quando solteira)</i>
OBSERVAÇÃO DO MEDICO:	<i>O bebê tem uma cabeça esquisita, mas não é um monstro, apesar do que diz sua mãe.</i>

Quando o Beto nasceu, nem todo mundo se entusiasmou muito com a sua aparência...



Beto era o primeiro gênio da família. Mas, no começo, não parecia muito inteligente, não. Quando viu a irmã pela primeira vez, perguntou:



Beto demorou mais que as outras crianças para aprender a falar. Além, alguns acham que foi por isso que ele desenvolveu sua prodigiosa imaginação visual, que aplicou aos problemas científicos.

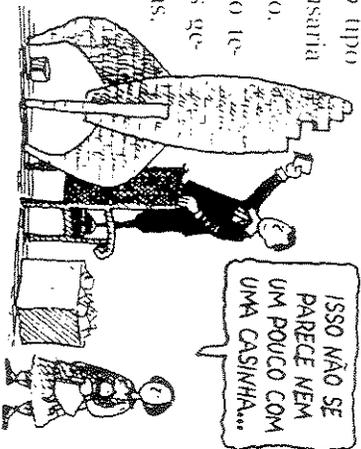
Não há nada de especial para contar sobre a infância do Beto. Ele não ficava decompondo átomos e coisas do gênero; gostava mesmo era de brincar com a irmã. Mas quando ele tinha uns cinco anos, seu pai, Hermann, lhe deu uma bússola de presente. O Beto ficou fascinado.



Não é esquisito um garoto de cinco anos se interessar por uma bússola? Não seria muito mais divertido perturbar o garoto? Só que o Beto não era como a maioria de nós. Quando não entendia uma coisa, ficava transformado e quebrava a cabeça o tempo que fosse necessário para entendê-la. O magnetismo fascinou-o pelo resto da vida, embora o Beto nunca tenha conseguido explicar direito como isso se encaixava no resto do Universo.

Outra razão do interesse do Beto pela ciência foi seu tio Jakob. Tio Jakob era engenheiro, além de sócio do Hermann no comércio de penas de ganso: foi ele que ensinou álgebra e geometria ao Beto, e vivia dando problemas de matemática para o sobrinho se distrair. Nem todo garoto acharia essa brincadeira divertida, mas o tio Jakob era um especialista em fazer tudo parecer um bom passatempo para o menino — e, afinal de contas, eles não podiam assistir tevê, já que ela ainda não tinha sido inventada.* Esse interesse precoce do Beto pela geometria lhe seria utilíssimo mais tarde, para explicar como a gravidade funciona, e uma das coisas que mais o encantavam nessa ciência é que, nela, as coisas mais fantásticas podem ser provadas por um simples raciocínio lógico — exatamente o tipo de raciocínio que ele usaria para explorar o Universo.

É possível que o Beto tenha tido algumas idéias geniais quando criança, mas, se teve, ninguém as contou: logo, nunca poderemos saber quais foram.



* O Beto contribuiu também para a invenção da televisão (ver p. 152).

Hermann e Pauline eram gente boa. Eram judeus, mas não levavam os costumes judaicos muito a sério. Hermann, em particular, era muito tranqüilo. Não esqueceu nem mesmo quando, mais tarde, o Beto tomou umas atitudes esquisitas, como recusar a nacionalidade alemã, fazer de tudo para ser expulso da escola e se tornar o maior cientista de todos os tempos. O que o Hermann mais gostava era de ler poesia, passar no campo, comer e beber bem: já a Pauline tinha paixão pela música, especialmente pelo violino (que o Beto também aprendeu a tocar — e tocou pelo resto da vida).

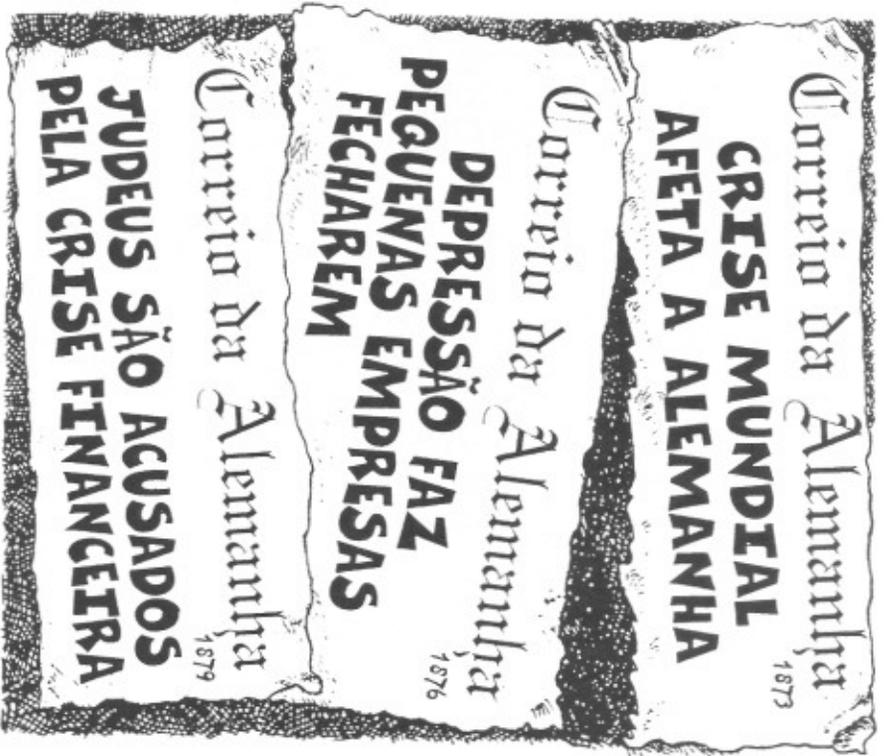
Em certos aspectos, o Hermann talvez fosse um pouco tranqüilo demais. Interessava-se muito pela ciência e montou várias companhias de eletricidade, com dinheiro emprestado de parentes ricos, talvez sem antes planejar com o devido cuidado seus empreendimentos. No começo, as companhias iam bem e todo mundo estava satisfeito; mas depois, por um ou outro motivo, todas faliram, e os parentes do Beto não ficaram nada contentes com isso. Principalmente os que tinham posto dinheiro nos negócios.

Mas a culpa não foi só do Hermann. Naquela época, viver na Alemanha não era mole...

Tempos difíceis

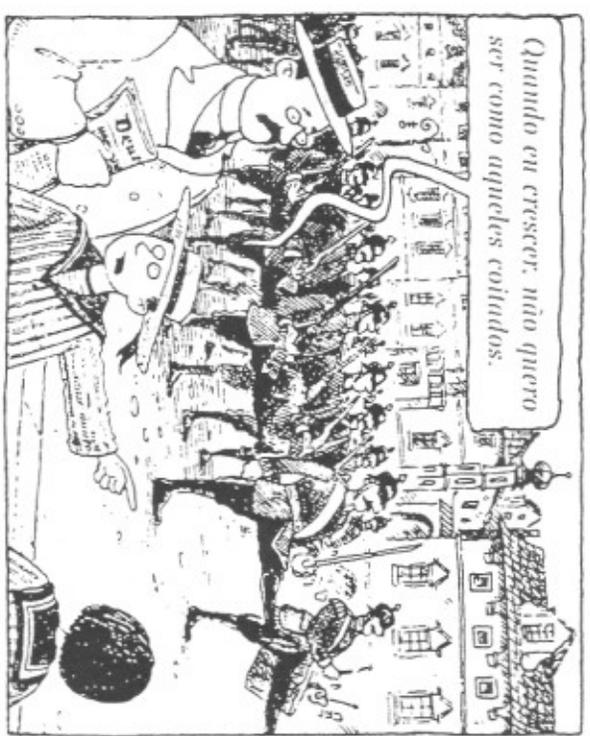
Correia da cinta de rima
da parte central da imprensa
NOVO PAÍS, QUE SE CHAMARÁ
ALEMANHA, É FORMADO A PARTIR
DE TRÊZENTOS PEDACINHOS!
1871

COMEMORAÇÃO DE CARTÓGRAFOS INTERRONDE O TRÂNSITO



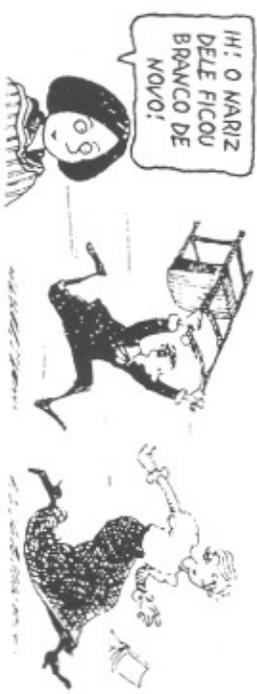
A Alemanha estava ficando cada vez mais belicosa. Todos os homens tinham de prestar serviço militar por dois anos, o Estado investia pesado na fabricação de armamentos, os políticos e até os motoristas de táxi usavam uniformes militares, e o Parlamento aprovava leis proibindo as pessoas de se queixarem disso tudo.

Beto não gostava nada das coisas militares. Um dia, ao ver uns soldados passarem marchando, virou-se para papai Hermann e disse:



Mas a vida imbecila de ter de lidar com todo tipo de oficiais e de instituições militares. A começar pela escola. Foi isso mesmo que você leu: pela escola. E você achava que a sua era um horror...

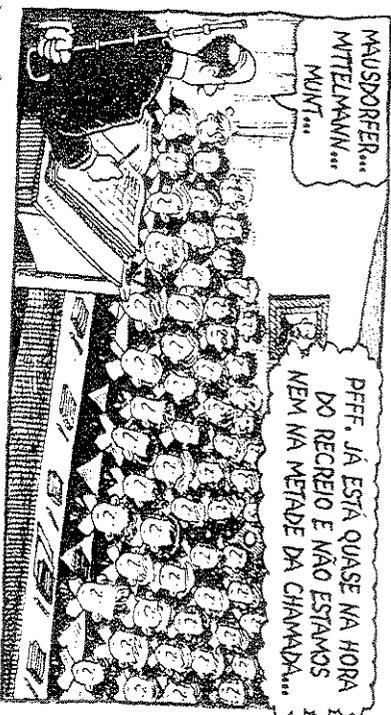
Não é que o Beto fosse tão sossegado assim naquela época: ao contrário, tinha um temperamento do cão e, quando ficava com raiva, seu nariz ficava branco. Quando tinha cinco anos, seus pais lhe arranjaram uma simpática professora, mas mesmo naquela tenra idade o Beto manifestava claramente seus sentimentos...



À coitada da professora teve de se denunciar, apesar de não ter feito nada de errado. O problema era que o Beto não gostava que ninguém lhe afirmasse uma coisa supondo que ele a engoliria assim mastigadinha. Ele gostava de descobrir tudo por conta própria. Ainda bem, senão nunca teria se tornado um morto de fama.

Escolas de soldados

A primeira escola do Beto chamava-se St.-Peter-Schule. Ele estava com nove anos quando entrou lá. Na escola havia mais de 2 mil alunos; setenta na classe do Beto. As aulas eram assim: o professor mandava os alunos repetirem uma coisa milhões de vezes, até todos saberem a coisa de cor; e para despertar o interesse deles pela matéria, lascava-lhes bengaladas nos nós dos dedos.



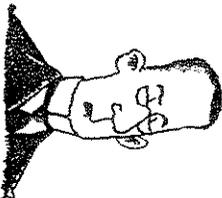
Os professores faziam o possível para que a escola fosse como um quartel do exército, e o Beto odiava isso. Ele era obediente, não fazia bagunça e tirava boas notas em quase tudo, mas não era feliz. Não demorou muito para que se isolasse da turma e se tornasse um solitário, o que seria pelo resto da vida.

Após alguns anos nessa sua primeira escola, ele foi para outra, chamada Luttpold, que também odiou.

- LUTTPOLD-SCHULE — REGRAS**
1. Grego e latim são obrigatórios.
 2. Gostar de grego e latim é obrigatório.
 3. Todos os alunos têm de saber a matéria de cor. Entender não conta.
 4. Física só daqui a sete anos.
 5. É proibido pensar com a própria cabeça.
 6. É proibido rir com ar superior.
 7. É proibido reclamar das regras da escola.



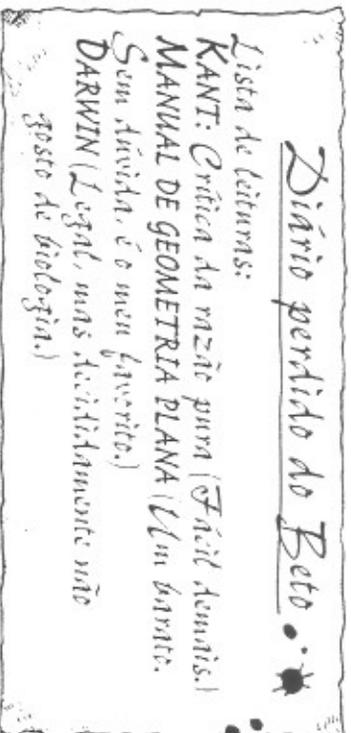
Contado do Beto. Ele não gostava nem de grego nem de latim. Gostava era de física; será que ia ter mesmo de esperar mais sete anos para aprendê-la? Desse jeito, nunca ia ser um físico famoso de morrer. Seus professores, claro, não estavam nem aí para o que ele pudesse ser na vida. Tanto que, quando Hermann perguntou ao professor do Beto que carreira o filho devia escolher, ele disse:



Tanto faz. Ele nunca vai ser ninguém mesmo.

O fato de ser judeu traria uma porção de problemas ao Beto mais tarde, mas naquela época serviu-lhe bastante, porque as famílias judias tinham a bela tradição de toda semana convidar um estudante judeu pobre para jantar. Hermann e Pauline não levavam as tradições judaicas muito a sério, mas eram gente boa, de modo que toda quinta-feira recebiam um estudante de medicina chamado Max Talmud. Max tinha

21 anos quando conheceu o Beto (que então tinha dez) e, como logo percebeu que o garoto gostava de ciência, passou a lhe emprestar todo tipo de livro científico. O Beto adorava esses livros e os discutia com Max, que lhe fazia obras cada vez mais difíceis sobre os temas mais complicados da filosofia e da ciência, com títulos que eram uma verdadeira tentação:



Por mais cabeludos que fossem os livros, o Beto entendia todos — e logo, logo estava deixando o Max todo enrolado com suas perguntas.



Mas se a religião ajudou o Beto a mergulhar na ciência, a ciência tirou o Beto da religião. Por volta dos onze anos, ele era fervorosamente religioso. Rezava, pregava, e lia livros de religião. Chegou até a escrever hinos e cantá-los a caminho da escola. Lia os livros de religião com o mesmo espírito com que lia os de ciência — para aprender coisas novas. E, como sempre, não era só porque o que o Beto lia

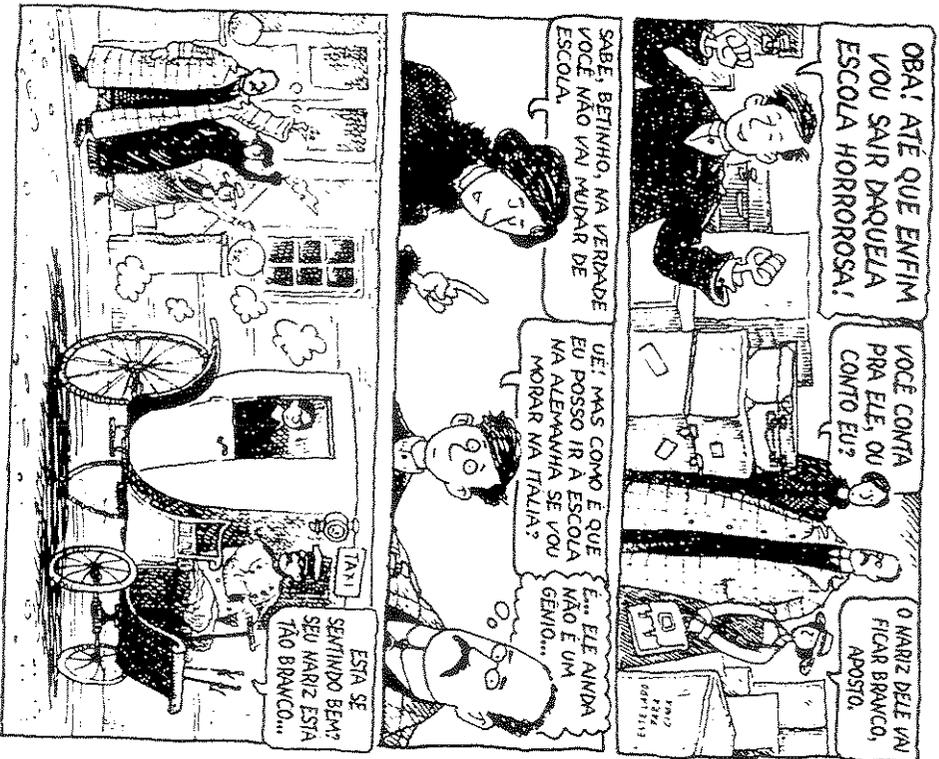
estava escrito nos livros que ele aceitava: a coisa tinha de fazer sentido. Mas o problema era que, quanto mais ele lia e quanto mais ele pensava, menos sentido faziam aqueles livros. Até que um belo dia...



A única coisa em que o Beto passou a confiar dali em diante foi a ciência — ainda assim, só depois de ele próprio verificar a argumentação. Mas quando ele começou a pensar na ciência que aprendera, deu-se conta de que uma parte dela não fazia sentido, do mesmo modo que a religião. Tudo isso levou o Beto a se desinteressar mais ainda pela escola, onde ele tinha de simplesmente aceitar o que lhe diziam, sem nada questionar. Como não suportava essa ideia, só pensava numa coisa: sair da escola. O mais rápido possível.

Uma nova vida

Se o Beto queria sair fora mas não podia, o Hermann não queria sair fora mas precisava. A companhia de eletricidade que ele tocava com o irmão Jakob estava em dificuldade: era pequena demais para competir com as concorrentes, cada vez mais poderosas. Em 1894, quando o Beto tinha quinze anos, a empresa faliu, e a família, inclusive o tio Jakob, se mudou para a Itália. Não toda a família, porque...



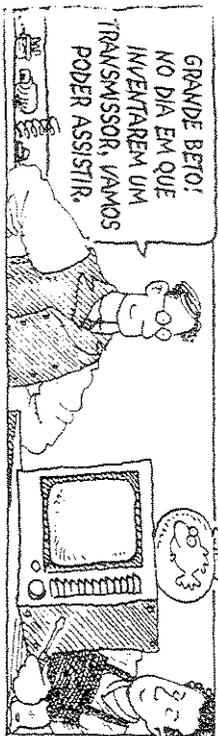
Hermann e Pauline resolveram deixar o Beto com uns parentes distantes, porque não queriam que ele interrompesse os estudos — a data dos exames estava próxima. Mas interromper os estudos era exatamente o que o Beto mais desejava. Ele já estava cheio. Não ia mais ficar naquela escola *de jêlo meihm*, e muito menos com os tais parentes. Bolou um plano maquiavélico e o pôs imediatamente em prática.



Pois é, o Beto saiu da escola. Isso significava que não ganhou um diploma, mas também que não tinha de prestar serviço militar. Foi para junto da família, na Itália, sem avisar que estava indo. Eles ficaram boquiabertos quando o viu, mas não fizeram drama. Também não deram muita bola para o seu novo plano: não era só das escolas alemãs que ele estava cheio — também não gostava de ser alemão. De modo que resolveu acabar logo com aquilo: fez o Hermann escrever por ele uma carta renunciando à nacionalidade alemã. Isso não significava que o Beto era italiano: agora ele não era cidadão de país nenhum, o que ele achava ótimo, porque não tinha o menor interesse por nacionalidades.

Agora que tinha escapado daquela horrível escola alemã, estava se divertindo a valer. Adorava a Itália, e até deu uma forja na fábrica do tio Jakob, mostrando que era mesmo um cara fora de série. Disso a gente já sabia, mas o tio Jakob ficou besta com a criatividade do sobrinho: "Fazia tem-

po que eu e o meu engenheiro assistente estávamos quebrando a cabeça, quando veio esse rapazola e resolveu o problema em quinze minutos. Ele vai longe!". Pena que a gente não sabia que "problema" foi esse...



Um novo projeto do Beto era descobrir como o Universo funcionava. Ele achou que ser professor de ciências seria uma boa maneira de ganhar a vida enquanto punha em prática o tal projeto — embora seu pai quisesse muito que ele fosse engenheiro electricista. Em todo caso, por ora o Beto queria apenas aprender um pouco mais de ciência, e sabia que, para isso, o melhor era entrar na Escola Politécnica da Suíça, mais conhecida como Póli, em Zurique.

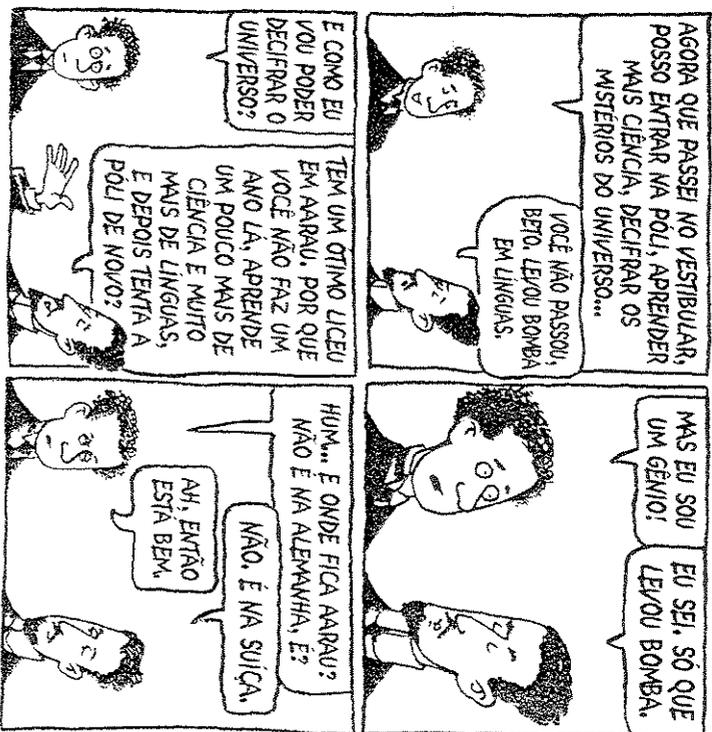
Beto parecia achá-la o máximo:

Diário perdido do Beto

Póli - MOTIVOS PARA ENTRAR

1. Não é na Alemanha.
2. Está cheia de gênios.
3. Não precisa de diploma para entrar (o que é ótimo, porque eu não tenho).
4. Para entrar, é só passar no vestibular um ano e meio antes do normal. Para isso, basta ser um gênio, o que eu já sou. Nem vou precisar estudar para o exame.

Mas infelizmente:



Na verdade, o Beto não precisou esperar muito para começar a se dedicar ao estudo do Universo. Fazia poucos meses que estava em Aarau quando, aos dezesseis anos, se fez a pergunta que levaria dez anos para responder e que o ajudaria a encaixar várias peças do Universo, resolver os mistérios do espaço e do tempo, e tornar-se famoso de morrer:

Diário perdido do Beto

Como seria viajar na velocidade da luz?

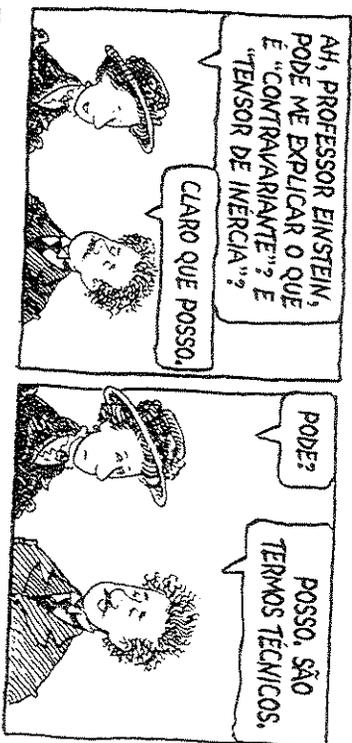
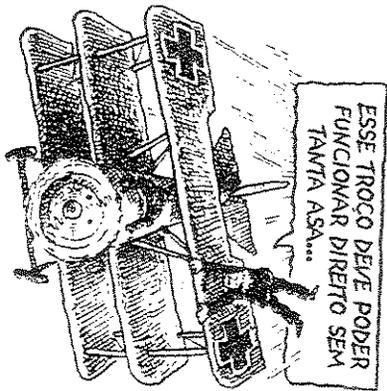
Anexo 3

Grupo 1

Beto continuou amigo dele. Outra coisa meio esquisita é que o próprio Beto contribuiu para o esforço de guerra. Não fez nada de muito terrível: só ajudou a desenvolver um tipo especial de bússola para ser usada em submarinos e tentou projetar asas mais eficientes para os aviões. Claro, aviões e submarinos não são utilizados apenas em guerras, mas o Beto devia saber que seu trabalho, se desse resultado, iria fortalecer a força aérea e a marinha alemãs, fortalecimento a que ele era radicalmente contrário.

Em 1916, um velho amigo seu, Friedrich Adler, apareceu de novo. Lembra-se dele? Era o estudante esquerdista da Poli que recusou o cargo de professor em Praga para que o Beto o assumisse. Embora o Beto soubesse que seu amigo sempre fora meio fanático em matéria de política, até de-ve ter se surpreendido quando ficou sabendo que o Fred tinha assassinado o líder austríaco, conde Karl Stürgkh, porque este havia fechado o Parlamento e tomado conta do país. Fred corria sério risco de ser executado, mas o Beto e outros amigos conseguiram convencer o tribunal de que, apesar de todos os pesares, ele era gente fina e que em vez de condená-lo à morte deviam apenas mandá-lo para a prisão.

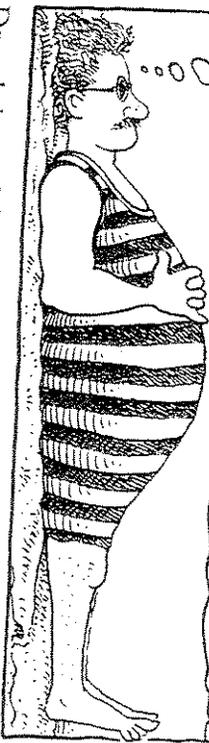
Mas nem tudo era ciência e política para o Beto: ele entrou para uma Sociedade Literária de escritores, com quem tomava chá e fumava charuto uma vez por semana. Mas já estava ficando cheio de ter de explicar suas teorias o tempo todo...



Paz?

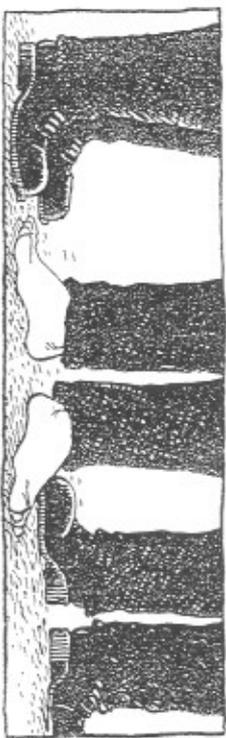
Beto empenhou muito tempo e muita energia no trabalho e na luta pela paz, mas quase não empenhou tempo nenhum para cuidar de si. No início de 1917, estava com problemas no estômago, no fígado e com uma bela úlcera. Nunca contou muito na ciência médica — dizia que a única maneira de saber se havia algo errado com alguém era esperar o sujeito morrer e, aí, abri-lo para descobrir qual era o seu problema. Ainda bem para o mundo, e para ele próprio, claro, que não foi preciso chegar a esse ponto: em vez disso, mandaram o Beto descansar oito semanas na costa do Báltico. Passou-as de papo para o ar na praia ("como um crocodilo", disse, mas, pelo que se sabe, não comeu a pena de ninguém).

EU PRECISAVA ARRANHAR UM PASSARINHO PARA VIR LIMPAR MEUS DENTES.



Descobriu também que delícia era não ter de usar sapato e meia. Dai em diante, passou a evitá-los — especialmente as

meias — sempre que possível, mesmo quando ficou famoso de morrer e teve de frequentar jantares chiques.



Beto não foi o único a ficar docente na época: Mileva e Eduard também ficaram. E precisavam de dinheiro. Ele lhes mandou algum e prometeu-lhes também todo o dinheiro que ganhasse com o Prêmio Nobel.

ESPERA AI! PRÊMIO NOBEL? QUE PRÊMIO NOBEL?



O QUE VOU GANHAR POR SER TÃO GENIAL.



E ganhou mesmo, quatro anos depois. E deu mesmo todo o dinheiro para a Mileva.

No outono de 1918, o Beto dava aulas regulares sobre a relatividade, quando, no dia 4 de novembro, amotou em seu bloco:

Aulas suspensas por causa da revolução.

E era uma revolução mesmo. Não como a francesa, em que todo mundo teve a cabeça cortada, mas ainda assim uma revolução. Todos estavam cheios da guerra, e quando perceberam que iam perdê-la, apesar de seus líderes continuarem a afirmar que se encontravam à beira da vitória, muitos se juntaram e organizaram uma greve gigantesca e manifestações de massa exigindo a paz. O Beto adorou esse movimento

— e as pessoas também adoravam o Beto, agora que faziam o que nos quatro anos anteriores ele vinha dizendo que devia ser feito. Ele era tão popular que até conseguiu convencer alguns estudantes revoltosos a soltar uns professores que haviam trancafiado.

Finalmente...

TRIBUNA DO UNIVERSO A GUERRA ACABOU!

As 5h da manhã de hoje, a Alemanha finalmente se rendeu às Forças Aliadas.

TRIBUNA DO UNIVERSO FIRMADO O TRATADO

28 de junho de 1919

Numa reunião histórica realizada hoje, na presença de trinta nações, foi assinado um tratado em Versalhes, França. O tratado afirma que:

- toda a culpa pela guerra é da Alemanha, de mais ninguém;
- todas as colônias alemãs e parte do território europeu da Alemanha passam a ser propriedade dos vencedores (e isso não é rotundo, podem criar);
- a Alemanha tem de pagar indenização a todos. Com as coisas arranjadas de maneira tão razoável, nunca mais haverá outra guerra.

Grupos 2 e 3



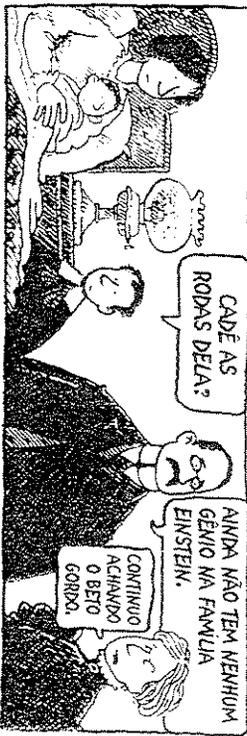
O MONSTRINHO

Certidão de Nascimento	
NOME:	Albert Einstein
DATA DE NASCIMENTO:	14 de março de 1879, às 11h30
LOCAL DE NASCIMENTO:	Rua da Estação, 13J, Ulm, Alemanha
PAI:	Hermann Einstein, comerciante de penas de ganso
MÃE:	Pauline Einstein (Pauline Koch quando solteira)
OBSERVAÇÃO DO MEDICO:	O bebê tem uma cabeça esquisita, mas não é um monstro, apesar do que diz sua mãe.

Quando o Beto nasceu, nem todo mundo se entusiasmou muito com a sua aparência...



Beto era o primeiro gênio da família. Mas, no começo, não parecia muito inteligente. não. Quando viu a irmã pela primeira vez, perguntou:



Beto demorou mais que as outras crianças para aprender a falar. Aliás, alguns acham que foi por isso que ele desenvolveu sua prodigiosa imaginação visual, que aplicou aos problemas científicos.

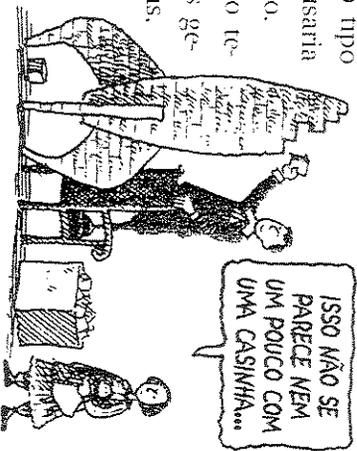
Não há nada de especial para contar sobre a infância do Beto. Ele não ficava decompondo átomos e coisas do gênero: gostava mesmo era de brincar com a irmã, Majia. Mas quando ele tinha uns cinco anos, seu pai, Hermann, lhe deu uma bússola de presente. O Beto ficou fascinado.



Não é esquisito um garoto de cinco anos se interessar por uma bússola? Não seria muito mais divertido perturbar o gato? Só que o Beto não era como a maioria de nós. Quando não entendia uma coisa, ficava transformado e quebrava a cabeça o tempo que fosse necessário para entendê-la. O magnetismo fascinou-o pelo resto da vida, embora o Beto nunca tenha conseguido explicar direito como isso se encaixava no resto do Universo.

Outra razão do interesse do Beto pela ciência foi seu tio Jakob. Tio Jakob era engenheiro, além de sócio do Hermann no comércio de penas de ganso: foi ele que ensinou álgebra e geometria ao Beto, e vivia dando problemas de matemática para o sobrinho se distrair. Nem todo garoto acharia essa brincadeira divertida, mas o tio Jakob era um especialista em fazer tudo parecer um bom passatempo para o menino — e, afinal de contas, eles não podiam assistir tevê, já que ela ainda não tinha sido inventada.* Esse interesse precoce do Beto pela geometria lhe seria utilíssimo mais tarde, para explicar como a gravidade funciona, e uma das coisas que mais o encantavam nessa ciência é que, nela, as coisas mais famâsicas podem ser provadas por um simples raciocínio lógico — exatamente o tipo de raciocínio que ele usaria para explorar o Universo.

É possível que o Beto tenha tido algumas idéias geniais quando criança, mas, se teve, ninguém as contou: logo, nunca poderemos saber quais foram.



* O Beto contribuiu também para a invenção da televisão (ver p. 152).

Hermann e Pauline eram gente boa. Eram judeus, mas não levavam os costumes judaicos muito a sério. Hermann, em particular, era muito tranquilo. Não esquentou nem mesmo quando, mais tarde, o Beto tomou umas atitudes esquisitas, como recusar a nacionalidade alemã, fazer de tudo para ser expulso da escola e se tornar o maior cientista de todos os tempos. O que o Hermann mais gostava era de ler poesia, passear no campo, comer e beber bem: já a Pauline tinha paixão pela música, especialmente pelo violino (que o Beto também aprendeu a tocar — e tocou pelo resto da vida).

Em certos aspectos, o Hermann talvez fosse um pouco tranquilo demais. Interessava-se muito pela ciência e montou várias companhias de eletricidade, com dinheiro emprestado de parentes ricos, talvez sem antes planejar com o devido cuidado seus empreendimentos. No começo, as companhias iam bem e todo mundo estava satisfeito: mas depois, por um ou outro motivo, todas faliram, e os parentes do Beto não ficaram nada contentes com isso. Principalmente os que tinham posto dinheiro nos negócios.

Mas a culpa não foi só do Hermann. Naquela época, viver na Alemanha não era mole...

Tempos difíceis

Correio da conta de rima
da parte central da Europa
**NOVO PAÍS, QUE SE CHAMARÁ
ALEMANHA, É FORMADO A PARTIR
DE TREZENTOS PEDACINHOS!**
1871

COMEMORAÇÃO DE CARTÓGRAFOS INTERROMPE O TRÂNSITO

Grupo 4

Como todos os métodos davam a mesma resposta para o tamanho de um átomo, tinha-se de acreditar que átomos existiam! O único detalhe desanimador eram os títulos dos escritos do Beto. Em vez de...

OS SEGREDOS DO ÁTOMO AO ALCANCE DE TODOS!

ou mesmo...

ÁTOMOS: SIM OU NÃO?

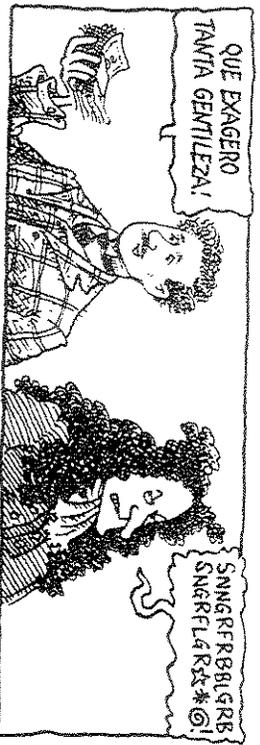
os títulos eram mais ou menos deste jeito:

Sobre o movimento das partículas pequenas suspensas num líquido estacionário, de acordo com a teoria cinético-molecular do calor.

Mesmo assim, todo mundo adorou.

A turnê européia do Beto

Poucos anos depois, o Beto passou de assistente a professor. Não foi só: ficou mais rico também. Em parte porque um admirador desconhecido lhe deu um belo magore de dinheiro, só por ele ser um cientista tão formidável (não é o tipo de coisa que volta e meia acontece, pelo contrário, mas deve ter comado o fato de o Beto ser muito boa gente, ao contrário de certos outros gênios que poderíamos mencionar).



Só tinha um probleminha: o tal cargo de professor titular era em Praga. A chegada do Beto não foi nada triunfal: ele andava tão mal-arrumado, que o porteiro da Universidade achou que era o electricista que tinha vindo fazer um conserto. Daí em diante, as coisas foram de mal a pior...

Diário perdido do Beto

Praga tem quatro coisas que odeio:
1. Não consigo beber a água daqui.
2. Os perceijos são enormes.
3. Não falo tcheco.
4. Os tchecos não gostam dos alemães. (Tento explicar que não sou alemão, mas ver numero 3.)

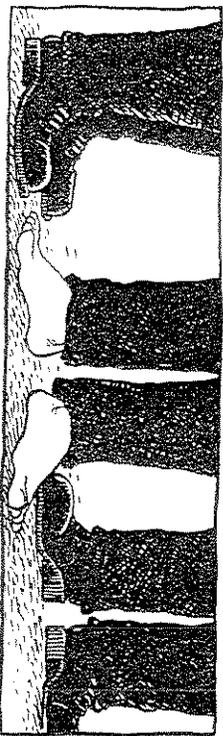
Beto tinha de participar de reuniões cansativas com outros professores, que eram cheias de politicagem e de intrigas sórdidas. Isso lhe dava nos nervos, apesar de ele um dia ter dito...

Elas me pouparam a ida ao teatro.



Mas duas coisas boas lhe aconteceram em Praga. Ele e Mi-leva tiveram um filho, Eduard, e, em 1911, o Beto foi convidado para a primeira conferência de Solvay. Solvay era um sujeito podre de rico, que tinha suas teorias próprias sobre a gravidade — cá para nós, meio esquisitas. Os outros cientistas preferiam discutir entre si suas próprias teorias a ou-

mças — sempre que possível, mesmo quando ficou famoso de morrer e teve de freqüentar jantares chiques.



Beto não foi o único a ficar docente na época: Mileva e Eduard também ficaram. E precisavam de dinheiro. Ele lhes mandou algum e prometeu-lhes também todo o dinheiro que ganhasse com o Prêmio Nobel.

ESPERA AÍ! PRÊMIO NOBEL? QUE PRÊMIO NOBEL?



O QUE VOU GANHAR POR SER TÃO GENIAL.



Ele ganhou mesmo, quatro anos depois. E deu mesmo todo o dinheiro para a Mileva.

No outono de 1918, o Beto dava aulas regulares sobre a relatividade, quando, no dia 4 de novembro, anotou em seu bloco:

Estudar suspensas por causa da revolução.

Ele era uma revolução mesmo. Não como a francesa, em que todo mundo teve a cabeça cortada, mas ainda assim uma revolução. Todos estavam cheios da guerra, e quando perceberam que iam perdê-la, apesar de seus líderes continuarem a afirmar que se encontravam à beira da vitória, muitos se juntaram e organizaram uma greve gigantesca e manifestações de massa exigindo a paz. O Beto adorou esse movimento

— e as pessoas também adoravam o Beto, agora que faziam o que nos quatro anos anteriores ele vinha dizendo que devia ser feito. Ele era tão popular que até conseguiu convencer alguns estudantes revoltosos a soltar uns professores que haviam trancado. Finalmente...

TRIBUNA DO UNIVERSO
11 de novembro de 1918
A GUERRA ACABOU!

Às 5h da manhã de hoje, a Alemanha finalmente se rendeu às Forças Aliadas.

TRIBUNA DO UNIVERSO
28 de junho de 1919
FIRMADO O TRATADO

Numa reunião histórica realizada hoje, na presença de trinta nações, foi assinado um tratado em Versalhes, França. O tratado afirma que:

- toda a culpa pela guerra é da Alemanha, de mais ninguém;
- todas as colônias alemãs e parte do território europeu da Alemanha passam a ser propriedade dos vencedores (e isso não é roubo, podem crer);
- a Alemanha tem de pagar indenização a todos.

Com as coisas arranjadas de maneira tão razoável, nunca mais haverá outra guerra.

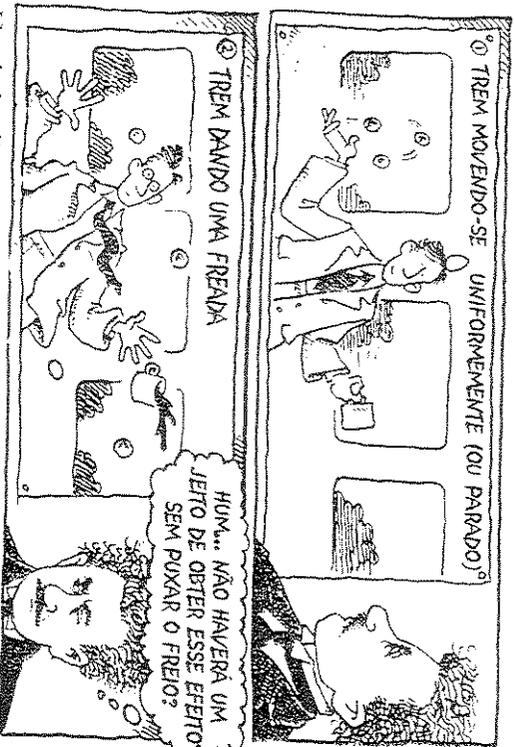


MÃO NECESSARIAMENTE.



É uma ideia ousada. Parece até impossível, na verdade. Você pode afirmar com a mais absoluta certeza que seu trem parou numa estação ou que sua bicicleta foi de 0 a 60 km em 5 segundos. Mas para o Beto mostrar que todo movimento é relativo, ele teria de poder demonstrar que você pode estar redondamente enganado. E só poderia fazer isso se tivesse uma cabeça fora do comum.

E ele tinha.

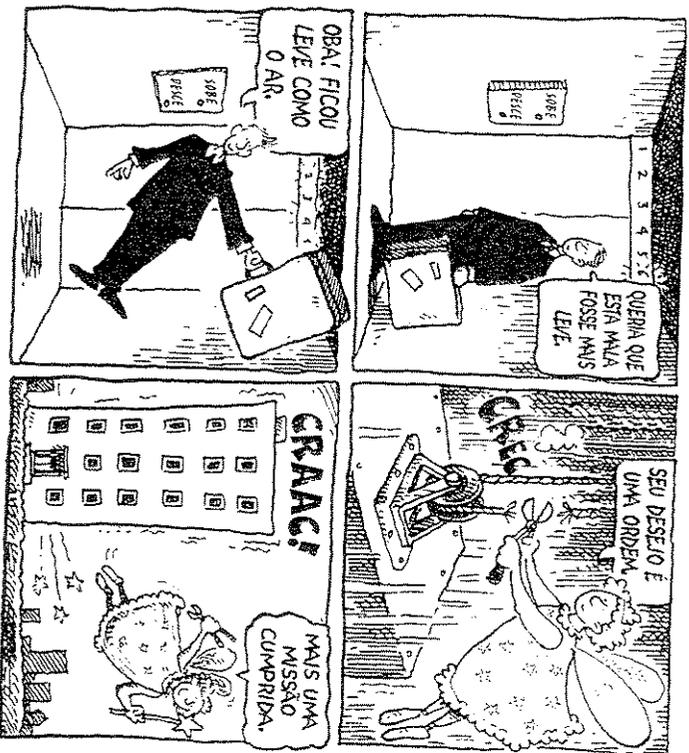


Um belo dia, o Beto estava calmamente sentado na sua sala quando a resposta bateu na porta e entrou. Ele disse que foi o pensamento mais feliz da sua vida. E-lio:

Diário perdido do Beto

A gravidade desaparece quando você cai do telhado.

Em outras palavras, se você está caindo, não pode sentir a atração da gravidade. De fato, para simular as condições de ausência de peso encontradas nas viagens espaciais, a NASA usa aviões especiais para treinar seus astronautas. O avião voa bem alto, depois mergulha em direção à Terra. Enquanto o avião cai, os astronautas não sentem a gravidade. Que coisa mais estranha, não? Se alguém puxa você, normalmente você sente o puxão, porque seu corpo oferece uma resistência natural (chamada inércia) a ser puxado mundo afora. Se você não sente o puxão da gravidade quando está caindo, é porque esse puxão tem a força exata para cancelar a sua inércia. As experiências mostraram que isso era verdade: as duas forças tinham *exatamente* a mesma intensidade. Só que, antes do Beto, ninguém sabia por que era assim.



Embora nenhuma das duas coisas fosse segredo para o Franklin, os cientistas esperavam que o presidente as levasse a sério se o maior gênio do mundo chamasse sua atenção para elas.

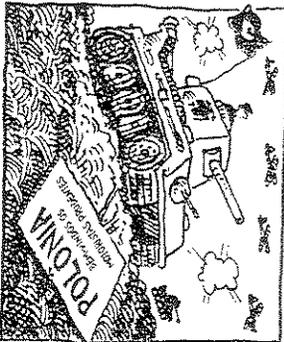
Naquele mesmo ano...

TRIBUNA DO UNIVERSO

3 de setembro de 1939

GUERRA OUTRA VEZ!

Após a invasão da Polônia pela Alemanha há dois dias, a França e a Grã-Bretanha declararam hoje guerra à Alemanha, em consequência do fracasso das negociações para deter o avanço alemão na România e na Tchecoslováquia.



Franklin respondeu ao Beto dizendo que havia lançado um programa de pesquisa do poder nuclear, e o Beto escreveu de volta incentivando-o a apressar o programa.

Franklin iniciou, em 1941, em Los Alamos, Novo México, o ultra-secreto projeto Manhattan, para a construção da bomba — mas não por causa das cartas do Beto, e sim por causa dos resultados alcançados nas experiências. Embora o Beto não tenha sido posto a par do projeto, ele provavelmente sabia o que estava em andamento, porque: (a) uma porção de amigos seus trabalhavam no projeto; (b) vários cientistas atômicos que trabalhavam no mesmo prédio que ele desapareceram, e (c) ele era um gênio.

Por que o Beto, que até pouco tempo antes se opusera a todo tipo de guerra e de violência, desejava tanto que o país mais poderoso do mundo desenvolvesse uma arma com o poder de matar milhões de pessoas? Ele devia pensar alguma coisa assim:

SÓ EXISTE UMA COISA PIOR DO QUE AJUDAR ALGUÉM A CONSTRUIR UMA BOMBA ATÔMICA: OS NAZISTAS CONSTRUIREM UMA ANTES.

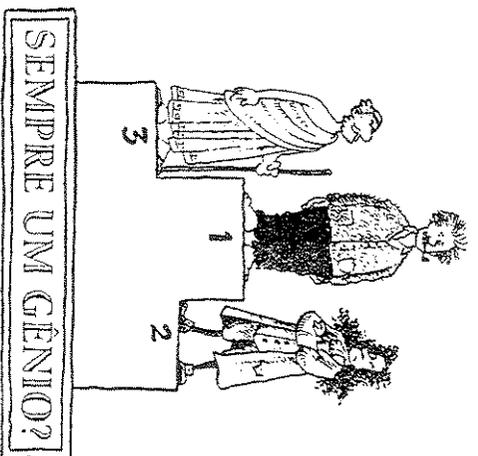


É certo também que o Beto não se opunha *aquela* guerra. Ele até prestou consultoria sobre explosivos à Marinha americana e contribuiu para o esforço de guerra lendo alguns dos seus velhos documentos científicos.

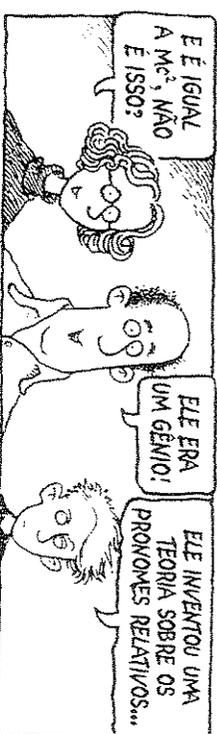
Mas, embora o Beto estivesse convencido de que os nazistas tinham de ser combatidos e de que era vital estar à frente da Alemanha na pesquisa da bomba atômica, ele estava determinado a lutar para que a bomba nunca fosse usada. Tanto que escreveu outra carta, dessa vez a Niels Bohr. Nela, exortava Niels a ajudá-lo a prevenir os riscos dos riscos de usar armas atômicas. Na verdade, Niels já vinha fazendo isso — e conseguira apenas que comesçassem a desconfiar também dele.

Bem quando os americanos estavam com a bomba pronta, o curso da guerra mudou e descobriu-se que não havia ameaça nuclear da parte da Alemanha. Mas os cientistas atômicos estavam preocupados: sabiam que os Estados Unidos, tendo gastado um tempo e um dinheiro para fabricar a bomba, iam querer usá-la. E pediram ao Beto que escrevesse outra vez ao presidente Roosevelt. Ele escreveu, mas então Roosevelt já tinha morrido. Tarde demais! Os Estados Unidos ainda estavam em guerra contra o Japão, e no dia 6 de agosto de 1945...

Grupo 5



Todo mundo já ouviu falar do Albert Einstein. Ele é famoso de morrer. Mas por quê?



Muita gente diz que ele é o cara mais genial de todos os tempos. É possível: quantos outros foram capazes de juntar tantas pedrinhas do quebra-cabeça do Universo? Espaço, tempo, átomos, luz, gravidade, energia... O Beto era mesmo um crânio! Eis uma lista bem resumida do que ele descobriu:

- como o Universo funciona e como fazê-lo parar de desinflar;
- como viajar no tempo;
- como contar átomos;
- como transformar coisas em luz e luz em coisas, e
- como, olhando firme para o céu, mas firme mesmo, talvez você possa enxergar sua própria nuca.

Como é que ele conseguiu fazer todas essas descobertas fantásticas? Para saber, é só dar uma olhada no seu diário perdido (tudo lá em, tudo bem, o diário nunca existiu...).

Diário perdido do Beto

Lembrete: *como ser o mais genial, sempre.*

1. Tudo no Universo é, na verdade, *simplicíssimo*. Se parece um pouco complicado, é porque não estamos pensando direito.
2. Para entender como o Universo funciona, e se formular as perguntas certas e pensar nelas a fundo e com muita lógica. *Ai você vai ser capaz de entender um milhão de coisas incríveis, mas lembre-se...*
3. ... *não critique nem nas respostas do senso comum, nem ne que as outras pessoas dizem (nem mesmo se uma delas for o Isaac Newton).*



ESPERA AÍ! EU MONTEI O QUEBRA-CABEÇA DO UNIVERSO SÉCULOS ATRAS. EU SOU O MAIS GENIAL DE TODOS OS TEMPOS. POR ACASO TEM COISA MAIS GENIAL QUE A MINHA LEI DA GRAVITAÇÃO UNIVERSAL?

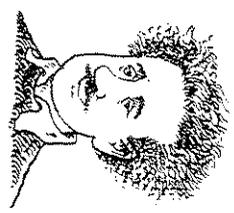
O Newton sempre aparece quando a gente menos espera. Daqui a poucoquinho vamos falar dele. E não vai ser por causa da sua Lei da Gravitação Universal — que, aliás, o Beto mostrou que ser tão universal assim.

Neste livro, você vai descobrir também algumas coisas interessantes sobre o Beto, por exemplo, que ele foi expulso da escola, que os nazistas tentaram assassiná-lo, ou que o cérebro dele foi retirado.

As teorias do Beto tratam de coisas que não dá para experimentar num laboratório, por serem extraordinariamente rápidas, pesadas ou pequenas. Assim, em vez de experiências em laboratório, ele realizou experiências em pensamento, valendo-se da sua imaginação prodigiosa para visualizar como tais coisas deviam funcionar. Quando, nestas páginas, você topa com uns estranhos “e se?” e verificar as surpreendentes e fantásticas respostas que ele deu, também estará fazendo experiências em pensamento — muitas vezes as mesmas que o Beto fez.

Essas experiências em pensamento, ele utilizou para desvendar os segredos do espaço e do tempo, entre eles: como as coisas em movimento encurtam, como a gravidade torna o tempo mais lento e como a matéria curva o espaço. Isso talvez soe cabeludo demais, e talvez lhe digam que você pode ir perdendo a esperança, que não vai entender patavina. Pois saiba que um dos aspectos mais brilhantes das teorias do Beto é que qualquer um é capaz de acompanhá-las sem precisar fazer um só cálculo. Como disse o próprio Beto:

A ciência nada mais é que o aperfeiçoamento do raciocínio cotidiano.



Além do mais, para ajudar você a destrinchar essas teorias, bolamos umas versões bem divertidas delas.

Ao terminar o livro você terá descoberto um dos segredos mais bem guardados do século XXI: você é capaz de entender as teorias do Einstein, elas não são tão difíceis quanto se diz, nem vão fazer churrasquinho dos seus miolos.



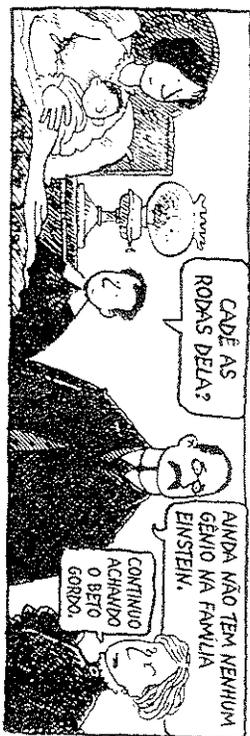
O MONSTRINHO

Certidão de Nascimento	
NOME:	Albert Einstein
DATA DE NASCIMENTO:	14 de março de 1879, às 11h30
LOCAL DE NASCIMENTO:	Rua da Estação, 135, Ulm, Alemanha
PAI:	Hermann Einstein, comerciante de penas de ganso
MÃE:	Pauline Einstein (Pauline Koch quando solteira)
OBSERVAÇÃO DO MEDICO:	O bebê tem uma cabeça esquisita, mas não é um monstro, apesar do que diz sua mãe.

Quando o Beto nasceu, nem todo mundo se entusiasmou muito com a sua aparência...



Beto era o primeiro gênio da família. Mas, no começo, não parecia muito inteligente, não. Quando viu a irmã pela primeira vez, perguntou:



Beto demorou mais que as outras crianças para aprender a falar. Ahã, alguns acham que foi por isso que ele desenvolveu sua prodigiosa imaginação visual, que aplicou aos problemas científicos.

Não há nada de especial para contar sobre a infância do Beto. Ele não ficava decompondo átomos e coisas do gênero: gostava mesmo era de brincar com a irmã, Maia. Mas quando ele tinha uns cinco anos, seu pai, Hermann, lhe deu uma bússola de presente. O Beto ficou fascinado.



Anexo 4

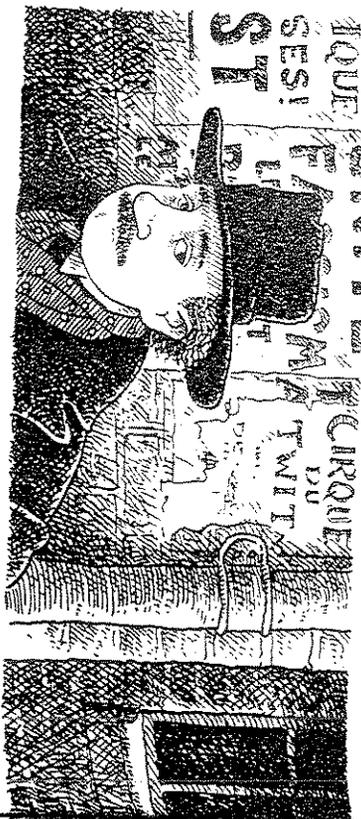
Grupo 1

já estava na hora de terrain. O Beto achava que a existência de vários países era "o sarampo da espécie humana" e que essa multiplicidade levava à guerra, portanto ele não era muito favorável à criação de outro país. Também não gostava nem um pouco da idéia de ser um tipo de garoto-propaganda, mas aceitou o convite, na esperança de que iria ajudar os judeus.

Viajou também para a Inglaterra e a França, embora soubesse que os alemães não eram muito bem-vistos por lá. Logo depois da guerra. Mas ele era tão simpático, além de ser o maior cientista do mundo, que fazia amigos em toda parte. O fato de ter muitos inimigos não o preocupava, até o dia em que o ministro das Relações Exteriores da Alemanha, Walther Rathenau, foi assassinado.

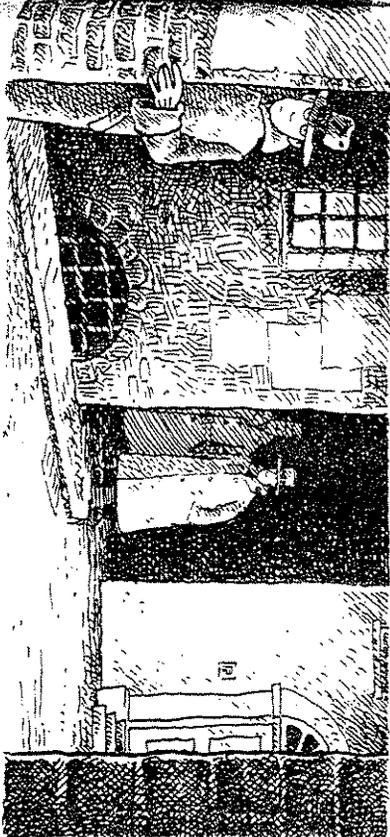
Wálther era amigo do Beto, e este até o prevenira dos riscos de assumir aquele ministério. Wálther fora morto, pelo menos em parte, por ser um judeu famoso — o Beto seria o próximo? Ele achava que sim. Por isso cancelou todas as aparições em público e saiu de Berlim por um tempo. Sem dizer nada ao marido. Elsa conseguiu que a polícia se incumbisse de protegê-lo: pequenos grupos de agentes secretos o acompanhavam aonde quer que fosse (o que o teria deixado farto da vida, se ele tivesse percebido).

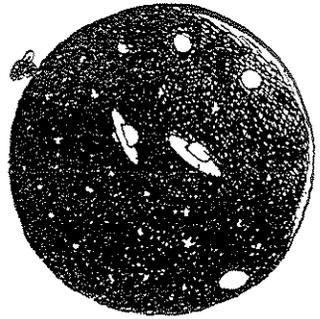
Embora o Beto logo tivesse recuperado sua calma habitual



e voltado para Berlim, ainda evitava reuniões públicas, inclusive uma em que disseram cobras e lagartos a seu respeito: acusaram-no, por exemplo, de se valer de problemas científicos para resolver pendengas pessoais (que era exatamente o que a Anti-Relatividade & Cia. vinha fazendo contra ele!). Era o tipo de coisa que Adolf Hitler também vinha dizendo: que os judeus estavam se valendo da ciência para promover um "envenenamento deliberado e sistêmico da nossa alma nacional, e portanto... a deflagração do colapso interno da nossa nação". (Essa teoria, nem o Beto conseguia entender.)

Ben quando ele achou que já não corria risco se aparecesse em público, ouviu outra ameaça de morte e teve de se esconder de novo. Não é de espantar que isso estivesse acontecendo a lhe dar nos nervos e que ele tenha se sentido tentado a se mudar para os Estados Unidos. Mas não era só para ter um pouco de paz. Era também porque a pesquisa científica ia de vento em popa por lá, com o uso de telescópios gigantes para investigar a estrutura do Universo. O Beto havia formulado sua teoria sobre isso anos antes, mas, como sempre, a tecnologia levou um tempão para alcançá-lo. Vamos dar uma rápida marcha a ré até 1917, para ver o que ele descobriu.





O UNIVERSO INFLÁVEL DO BETO

A cosmologia é o estudo de todo o Universo, o "cosmos". Antes do Beto, este não era propriamente um tema científico. Os filósofos tinham um monólio de idéias sobre o Universo, mas não tinham teorias adequadas, que pudessem ser testadas e usadas para previsões e coisas do gênero. A maioria dos cientistas antes do Beto achava que isso não competia a eles. Como alguém podia explicar algo como o Universo? Isaac Newton havia tentado, mas sua teoria (um Universo cheio de estrelas que se movia infinitamente no espaço e eternamente no tempo) veio a revelar-se problemática.

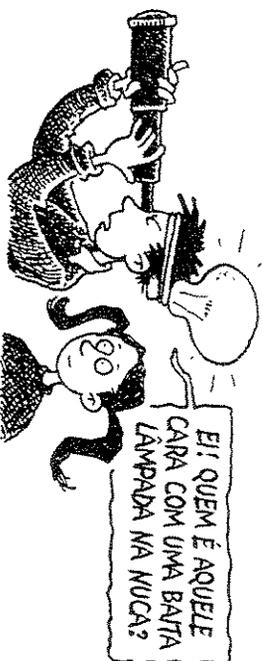
Na época, não havia nenhuma razão científica para acreditar que o Universo não existia desde sempre. Nesse caso, só havia duas hipóteses sobre como ele seria:

1 As estrelas tinham de se mover para sempre em todas as direções. O problema aqui era que, com um número infinito de estrelas, teria de haver atração gravitacional em toda parte. Só que não há. Logo, restava a outra...

2 Embora o espaço se movesse para sempre em todas as direções, as estrelas morriam após alguns zilhões de quilômetros. Nas palavras do Beto: "O Universo estelar deve ser uma ilha finita num oceano de espaço infinito". Mas o Beto não gostou da segunda hipótese também. Concluiu que ao cabo de períodos de tempo longuíssimos as estrelas se afastariam umas das outras. Se o Universo existia desde sempre, como se supunha, então não sobraria mais nenhuma estrela para ver: todas elas estariam totalmente fora de vista agora.

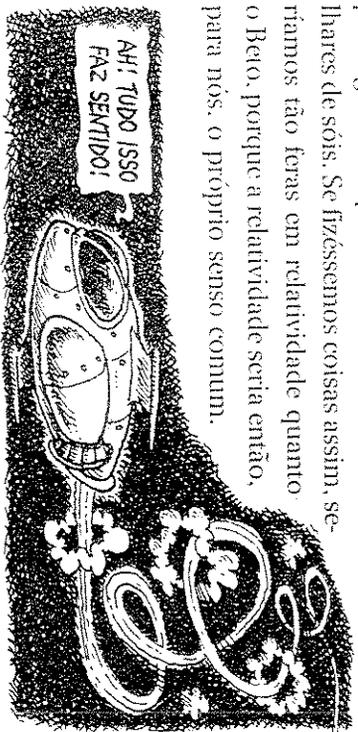
Beto teve então uma idéia estupenda, fantástica, maravilhosa. Ele já sabia que a matéria — uma estrela, por exemplo — curvava o espaço. O que aconteceria se houvesse dí-zias, ou centenas, ou milhões de estrelas? O espaço se curvava mais e mais e mais e mais e mais e mais... até...

Até o quê?
Bem, até se fechar em si mesmo. Isso significaria que embora você pudesse viajar por todo o sempre e não achar o limite do Universo, você acabaria ficando sem novas partes para ver: um relógio de luz enviado ao espaço percorreria o Universo todo e acabaria voltando ao ponto de partida. Assim, você talvez pudesse ver a sua nuca zilhões de quilômetros além no espaço (se tivesse uma baita lâmpada instalada na cabeça).



Grupo 2

E o que é esse tal de senso comum? É nossa sensação de como o mundo "deve ser", e se baseia na nossa experiência das coisas que vemos e costumamos fazer: consultar o relógio, viajar de carro, passar férias na praia ou no campo... Não se baseia em experiências como consultar um relógio atômico, viajar em espaçonaves futuristas a milhares de quilômetros por segundo ou passar férias em estrelas do tamanho de milhares de sóis. Se fizéssemos coisas assim, seriamos tão feras em relatividade quanto o Beito, porque a relatividade seria então, para nós, o próprio senso comum.



Em todo caso, sabemos que o senso comum muitas vezes se equivoca. Pelo senso comum, por exemplo, a Terra não é plana?

Por dentro da matéria

Relatividade

Talvez seja a hora de pôr você a par de um pequeno segredo. A Teoria da Relatividade, com que o Beito revolucionou a física, baseia-se todinha numa só idéia. É sim-plíssima, mas também meio desconcertante, embora num primeiro momento possa não parecer. Essa idéia é...

**NÃO EXISTE
MOVIMENTO ABSOLUTO.**

O único tipo de movimento que existe é o movimento RELATIVO (daí o nome "relatividade"). É melhor a gente dar uma olhada nesse ponto, porque vai fazer tudo ficar muito mais claro.

Imagine que em todo o Universo existam apenas uma planeta e um Sol. Não existem outros planetas, luas, estrelas. Você está nesse planeta e vê o Sol se movendo lentamente no céu. Por que isso acontece?



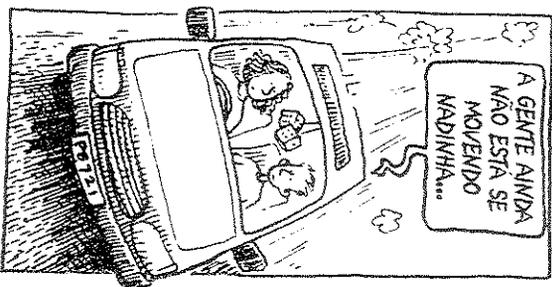
Dá para mostrar quem tem razão?

Não. Você tanto pode afirmar que o planeta está girando em torno do seu eixo, como que o Sol está girando em torno do planeta (ou as duas coisas), e ninguém pode provar que você está errado. Na verdade, não tem nem sequer sentido levantar essa questão. Seria como perguntar: "Eu sou mais alto que você, ou você é que é mais baixo que eu?". Se tanto faz responder uma coisa como outra, é que se trata de uma opção, e não de um fato. O único fato é que o Sol muda sua posição no céu, mostrando que está se movendo *em relação a* você.

Beto podia provar uma coisa: que esse movimento relativo é o único tipo de movimento que existe. É perfeitamente possível *supor* que a Terra está parada e que a Lua, o Sol e todas as estrelas e galáxias se movem em torno dela, em complicadas trajetórias, porém, mais uma vez, é apenas uma opção, não é um fato nem uma afirmação falsa. Uma opção que a maioria de nós faz a maior parte do tempo. Já os astronautas da Apollo, quando estavam na Lua, trataram a Terra como se ela estivesse se movendo e a Lua estivesse parada. Costumamos optar por uma maneira que nos facilite tratar das coisas.

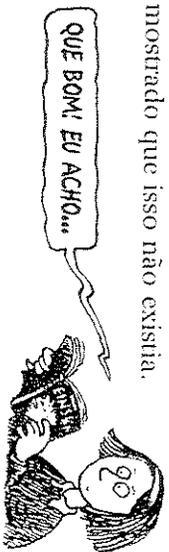
Quando você diz: "O carro está se movendo a dez metros por segundo", todo mundo entende que você quer dizer que "o carro está se movendo a dez metros por segundo em relação ao solo". Mas você também *podria* dizer: "O carro está se movendo a 30 mil metros por segundo em relação ao Sol", ou: "O carro está se movendo a 250 mil metros por segundo em relação ao centro da galáxia". Ou ainda: "O carro não está se movendo em relação aos dados pendurados no retrovisor".

Todas essas afirmações são verdadeiras. O que você afirmar será apenas uma opção sua. Você só não pode dizer em que velocidade o carro está se movendo, sem se referir a nenhuma outra coisa.



Quando o Beto entrou em cena, os cientistas pensavam que haviam descoberto um jeito de decifrar o movimento absoluto dos objetos. Inventaram que existia uma coisa invisível, absolutamente imóvel, chamada éter, que preenchia todo o espaço. A velocidade absoluta da Terra seria sua velocidade através do éter, portanto eles só precisavam medir essa velocidade. Infelizmente, descobriram que não podiam fazê-lo e ficaram transtornados, até o dia em que o Beto apareceu com a sua solução.

Muito se discutiu, desde então, se os fracassados experimentos para estudar o éter foram ou não o ponto de partida da Teoria da Relatividade do Beto. O próprio Beto não parecia muito seguro a esse respeito, mas, de um modo geral, disse que não foram, e seus escritos e argumentos praticamente não fazem alusão ao éter — um deles apenas aponta de passagem que já não havia necessidade de acreditar no tal do éter.* Graças ao Beto, ninguém precisava mais quebrar a cabeça para medir o movimento absoluto, porque ele tinha mostrado que isso não existia.



Ninguém está dizendo aqui que não existe movimento, e sim que o único tipo de movimento que existe é o movimento relativo. É o único que tem algum sentido. Você acha que não é nem um pouco interessante dizer uma coisa como essa? Espere só para ver o que o Beto vai fazer com ela...

*Vamos encontrar o éter novamente na página 147.

Grupo 3

**BIBLIOTECA CENTRAL
DESENVOLVIMENTO
COLEÇÃO
UNICAMP**



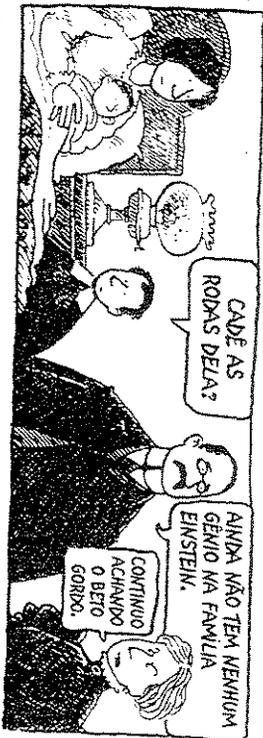
O MONSTRINHO

Certidão de Nascimento	
NOME:	Albert Einstein
DATA DE NASCIMENTO:	14 de março de 1879, às 11h30
LOCAL DE NASCIMENTO:	Rua da Estação, 15J, Ulm, Alemanha
PAI:	Hermann Einstein, comerciante de penas de ganso
MÃE:	Pauline Einstein (Pauline Koch quando solteira)
OBSERVAÇÃO DO MEDICO:	O bebê tem uma cabeça esquisita, mas não é um monstro, apesar do que diz sua mãe.

Quando o Beto nasceu, nem todo mundo se entusiasmou muito com a sua aparência...



Beto era o primeiro genito da família. Mas, no começo, não parecia muito inteligente. não. Quando viu a irmã pela primeira vez, perguntou:



Beto demorou mais que as outras crianças para aprender a falar. Aliás, alguns acham que foi por isso que ele desenvolveu sua prodigiosa imaginação visual, que aplicou aos trabalhos científicos.

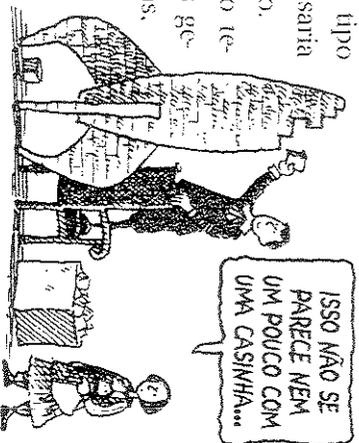
Não há nada de especial para contar sobre a infância do Beto. Ele não ficava decompnondo átomos e coisas do gênero: gostava mesmo era de brincar com a irmã, Majia. Mas quando ele tinha uns cinco anos, seu pai, Hermann, lhe deu uma bússola de presente. O Beto ficou fascinado.



Não é esquisito um garoto de cinco anos se interessar por uma bússola? Não seria muito mais divertido perturbar o gato? Só que o Beto não era como a maioria de nós. Quando não entendia uma coisa, ficava transformado e quebrava a cabeça o tempo que fosse necessário para entendê-la. O magnetismo fascinou-o pelo resto da vida, embora o Beto nunca tenha conseguido explicar direito como isso se encaxava no resto do Universo.

Outra razão do interesse do Beto pela ciência foi seu tio Jakob. Tio Jakob era engenheiro, além de sócio do Hermann no comércio de penas de ganso: foi ele que ensinou álgebra e geometria ao Beto, e vivia dando problemas de matemática para o sobrinho se distrair. Nem todo garoto acharia essa brincadeira divertida, mas o tio Jakob era um especialista em fazer tudo parecer um bom passatempo para o menino — e, afinal de contas, eles não podiam assistir tevê, já que ela ainda não tinha sido inventada.* Esse interesse precoce do Beto pela geometria lhe seria utilíssimo mais tarde, para explicar como a gravidade funciona, e uma das coisas que mais o encantavam nessa ciência é que, nela, as coisas mais fantásticas podem ser provadas por um simples raciocínio lógico — exatamente o tipo de raciocínio que ele usaria para explorar o Universo.

É possível que o Beto tenha tido algumas idéias geométricas quando criança, mas, se teve, ninguém as contou: logo, nunca poderemos saber quais foram.



* O Beto contribuiu também para a invenção da televisão (ver p. 152).

Hermann e Pauline eram gente boa. Eram judeus, mas não levavam os costumes judaicos muito a sério. Hermann, em particular, era muito tranquilo. Não esquentou nem mesmo quando, mais tarde, o Beto tomou umas atitudes esquisitas, como recusar a nacionalidade alemã, fazer de tudo para ser expulso da escola e se tornar o maior cientista de todos os tempos. O que o Hermann mais gostava era de ler poesia, passar no campo, comer e beber bem; já a Pauline tinha paixão pela música, especialmente pelo violino (que o Beto também aprendeu a tocar — e tocou pelo resto da vida).

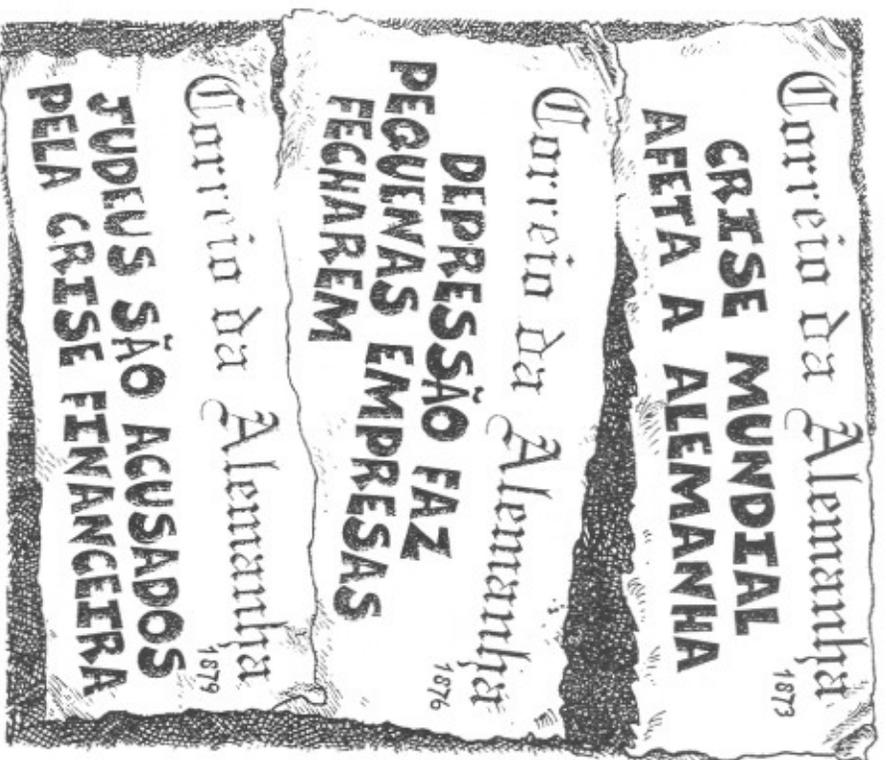
Em certos aspectos, o Hermann talvez fosse um pouco tranquilo *temais*. Interessava-se muito pela ciência e montou várias companhias de eletricidade, com dinheiro emprestado de parentes ricos, talvez sem antes planejar com o devido cuidado seus empreendimentos. No começo, as companhias iam bem e todo mundo estava satisfeito; mas depois, por um ou outro motivo, todas faliram, e os parentes do Beto não ficaram nada contentes com isso. Principalmente os que tinham posto dinheiro nos negócios.

Mas a culpa não foi só do Hermann. Naquela época, viver na Alemanha não era mole...

Tempos difíceis

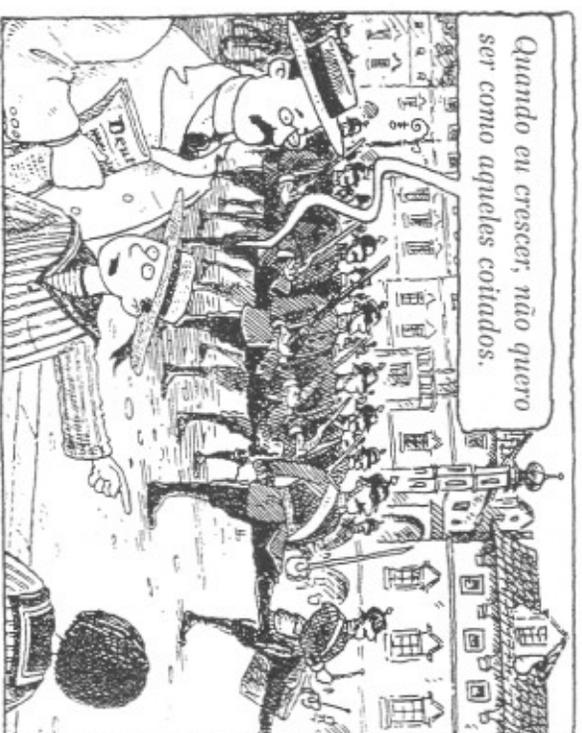
Correia da cinta de rimar
da parte central da Europa
1871
**NOVO PAÍS, QUE SE CHAMARÁ
ALEMANHA, É FORMADO A PARTIR
DE TREZENTOS PEDACINHOS!**

COMEMORAÇÃO DE CARTÓGRAFOS INTERROMPE O TRÁNSITO



A Alemanha estava ficando cada vez mais belicosa. Todos os homens tinham de prestar serviço militar por dois anos. O Estado investia pesado na fabricação de armamentos. Os políticos e autoridades de táxi usavam uniformes militares, e o Papa também aprovava leis proibindo as pessoas de se queixarem disso tudo.

Beto não gostava nada das coisas militares. Um dia, ao ver uns soldados passarem marchando, virou-se para papai Hermann e disse:



Mas a vida inteira ele teria de lidar com todo tipo de oficiais e de instituições militares. A começar pela escola. Foi isso mesmo que você leu: pela escola. E você achava que a sua era um horror...

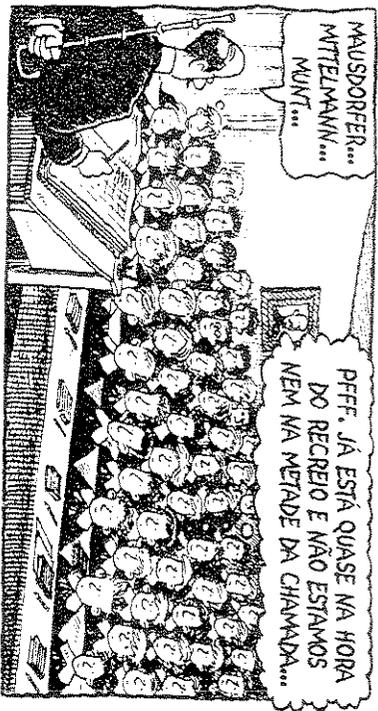
Não é que o Beto fosse tão sossegado assim naquela época; ao contrário, tinha um temperamento do cão e, quando ficava com raiva, seu nariz ficava branco. Quando tinha cinco anos, seus pais lhe arranjaram uma simpática professora, mas mesmo naquela tenra idade o Beto manifestava claramente seus sentimentos...



A cotada da professora teve de se demitir, apesar de não ter feito nada de errado. O problema era que o Beto não gostava que ninguém lhe afirmasse uma coisa supondo que ele a engoliria assim mastigadinha. Ele gostava de descobrir tudo por conta própria. Ainda bem, senão nunca teria se tornado um morto de fama.

Escolas de soldados

A primeira escola do Beto chamava-se St.-Peter-Schule. Ele estava com nove anos quando entrou lá. Na escola havia mais de 2 mil alunos, setenta na classe do Beto. As aulas eram assim: o professor mandava os alunos repetirem uma coisa milhões de vezes, até todos saberem a coisa de cor, e para despertar o interesse deles pela matéria, lascava-lhes bengaladas nos nós dos dedos.



Os professores faziam o possível para que a escola fosse como um quartel do exército, e o Beto odiava isso. Ele era obediente, não fazia bagunça e tirava boas notas em quase tudo, mas não era feliz. Não demorou muito para que se isolasse da turma e se tornasse um solitário, o que seria pelo resto da vida.

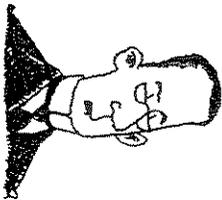
Após alguns anos nessa sua primeira escola, ele foi para outra, chamada Luitpold, que também odiou.

LUITPOLD-SCHULE — REGRAS

1. Grego e latim são obrigatórios.
2. Gostar de grego e latim é obrigatório.
3. Todos os alunos têm de saber a matéria de cor. Entender não conta.
4. Física só daqui a sete anos.
5. É proibido pensar com a própria cabeça.
6. É proibido rir com ar superior.
7. É proibido reclamar das regras da escola.



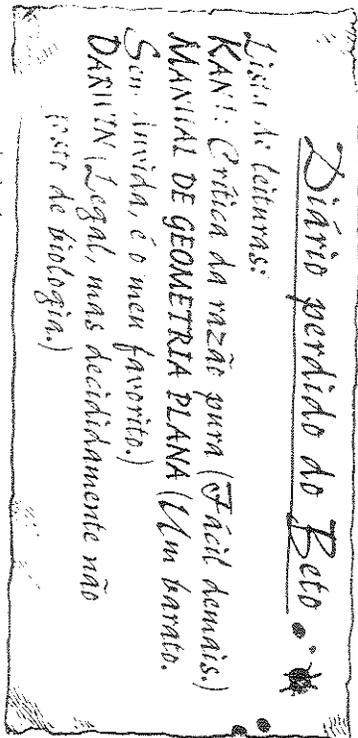
Cotado do Beto. Ele não gostava nem de grego nem de latim. Gostava era de física: será que ia ter mesmo de esperar mais sete anos para aprendê-la? Desse jeito, nunca ia ser um físico famoso de morrer. Seus professores, claro, não estavam nem aí para o que ele pudesse ser na vida. Tanto que, quando Hermann perguntou ao professor do Beto que carreira o filho devia escolher, ele disse:



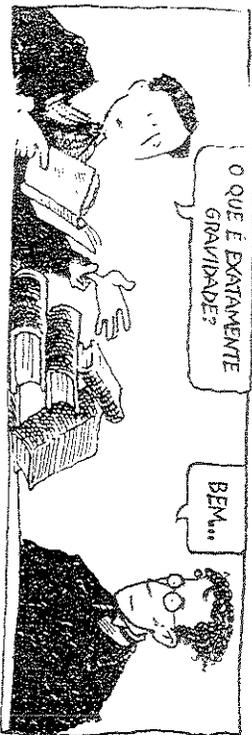
Tanto faz. Ele nunca vai ser ninguém mesmo.

O fato de ser judeu traria uma porção de problemas ao Beto mais tarde, mas naquela época serviu-lhe bastante, porque as famílias judias tinham a bela tradição de toda semana convidar um estudante judeu pobre para jantar. Hermann e Pauline não levavam as tradições judaicas muito a sério, mas eram gente boa, de modo que toda quinta-feira recebiam um estudante de medicina chamado Max Talmud. Max tinha

21 anos quando conheceu o Beto (que então tinha dez) e, como logo percebeu que o garoto gostava de ciência, passou a lhe emprestar todo tipo de livro científico. O Beto adorava esses livros e os discutia com Max: que lhe trazia obras cada vez mais difíceis sobre os temas mais complicados da filosofia e da ciência, com títulos que eram uma verdadeira tentação:



Por mais cabeludos que fossem os livros, o Beto entendia todos — a logo, logo estava deixando o Max todo enrolado com suas perguntas.



Mas a ciência religiosa ajudou o Beto a mergulhar na ciência, a ciência — tirou o Beto da religião. Por volta dos onze anos, ele era curiosamente religioso. Rezava, pregava, e lia livros de religião. Chegou até a escrever hinos e cantá-los a caminho de escola. Lia os livros de religião com o mesmo espírito curioso que lia os de ciência — para aprender coisas novas. E, como sempre, não era só porque o que o Beto lia

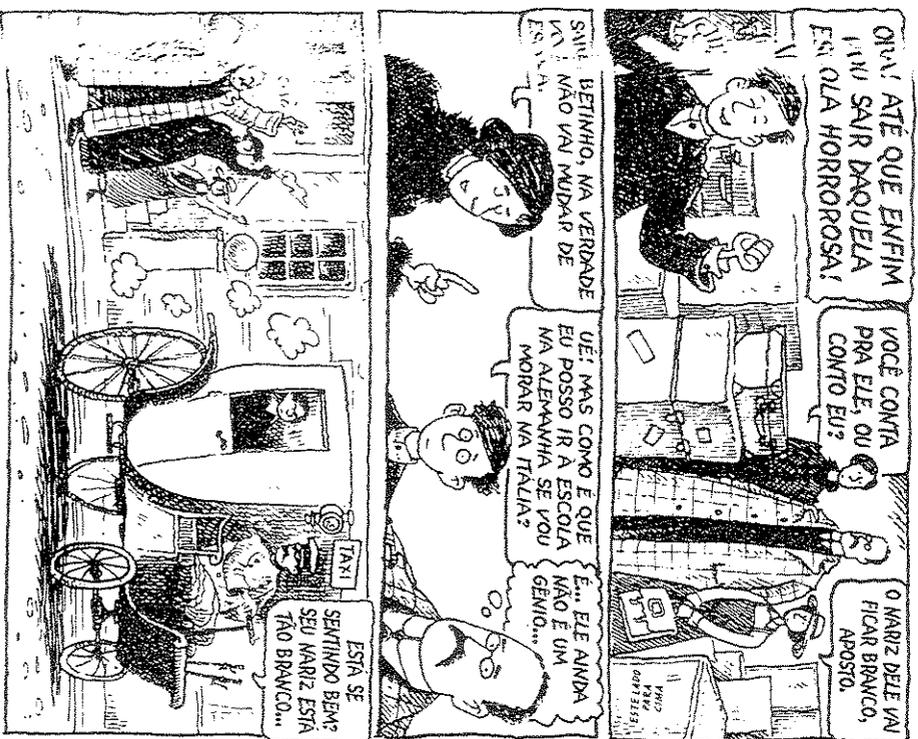
estava escrito nos livros que ele aceitava: a coisa tinha de fazer sentido. Mas o problema era que, quanto mais ele lia e quanto mais ele pensava, menos sentido faziam aqueles livros. Até que um belo dia...



A única coisa em que o Beto passou a confiar dali em diante foi a ciência — ainda assim, só depois de ele próprio verificar a argumentação. Mas quando ele começou a pensar na ciência que aprendera, deu-se conta de que uma parte dela não fazia sentido, do mesmo modo que a religião. Tudo isso levou o Beto a se desinteressar mais ainda pela escola, onde ele tinha de simplesmente aceitar o que lhe diziam, sem nada questionar. Como não suportava essa idéia, só pensava numa coisa: sair da escola. O mais rápido possível.

Uma nova vida

Se o Beto queria cair fora mas não podia, o Hermann não queria cair fora mas precisava. A companhia de eletricidade que ele tocava com o irmão Jakob estava em dificuldade: era pequena demais para competir com as concorrentes, cada vez mais poderosas. Em 1894, quando o Beto tinha quinze anos, a empresa falhou, e a família, inclusive o tio Jakob, se mudou para a Itália. Não toda a família, porque...



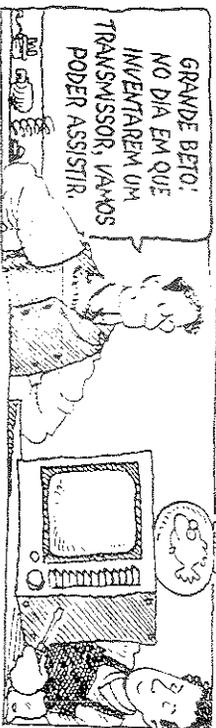
Hermann e Pauline resolveram deixar o Beto com uns parentes distantes, porque não queriam que ele interrompesse os estudos — a data dos exames estava próxima. Mas não adiantou: o tempo era exatamente o que o Beto mais precisava. Ele já estava cheio. Não ia mais ficar naquela escola de *jeito nenhum*, e muito menos com os tais parentes. Foi no mesmo plano maquiuvelico e o pôs imediatamente em prática.



Pois é, o Beto saiu da escola. Isso significava que não ganharia um diploma, mas também que não tinha de prestar serviço militar. Foi para junto da família, na Itália, sem avisar que estava indo. Eles ficaram boquiabertos quando o viram, mas não fizeram drama. Também não deram muita bola para o seu novo plano: não era só das escolas alemãs que ele estava cheio — também não gostava de ser alemão. De modo que resolveu acabar logo com aquilo: fez o Hermann escrever por ele uma carta renunciando à nacionalidade alemã. Isso não significava que o Beto era italiano: agora ele não era cidadão de país nenhum, o que ele achava ótimo, porque não tinha o menor interesse por nacionalidades.

Agora que tinha escapado daquela horrível escola alemã, estava se divertindo a valer. Adorava a Itália, e até deu uma força na fábrica do tio Jakob, mostrando que era mesmo um cara fora de série. Disso a gente já sabia, mas o tio Jakob ficou besta com a criatividade do sobrinho: "Fazia tem-

po que eu e o meu empunheiro assistente estávamos quebrando a cabeça, quando veio esse rapazola e resolveu o problema em quinze minutos. Ele vai longe!". Pena que a gente não sabe que "problema" foi esse...



O novo projeto do Beto era descobrir como o Universo funcionava. Ele achou que seu professor de ciências seria uma boa maneira de ganhar a vida enquanto punha em prática o tal projeto — embora sei que quisesse muito que ele fosse engenheiro electricista. Em todo caso, por ora o Beto queria apenas aprender um pouco mais de ciência, e sabia que, para isso, o melhor era entrar na Escola Politécnica da Suíça, mais conhecida como Poli, em Zurique.

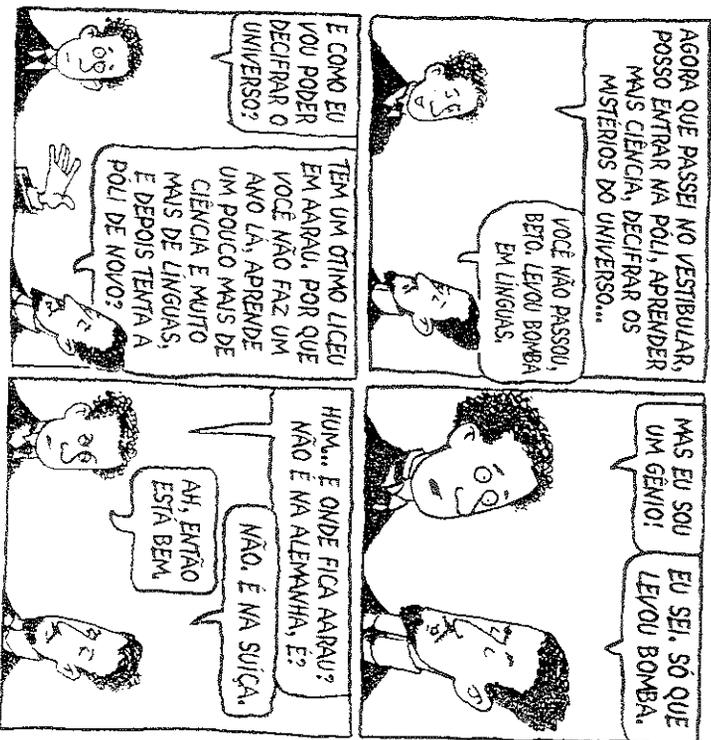
Beto parecia achá-lo o máximo:

Diário perdido do Beto

POLI - MOTIVOS PARA ENTRAR

1. Não é na Alemanha.
2. Está cheia de amigos.
3. Não precisa de diploma para entrar (o que é ótimo porque eu não tenho).
4. Para entrar, só passar no vestibular um ano e meio antes do normal. Para isso, basta ser um gênio, o que eu já sou. Meu von precisa estudar para o exame.

Mas infelizmente:



Na verdade, o Beto não precisou esperar muito para começar a se dedicar ao estudo do Universo. Fazia poucos meses que estava em Aarau quando, aos dezesseis anos, se fez a pergunta que levaria dez anos para responder e que o ajudaria a encaixar várias peças do Universo, resolver os mistérios do espaço e do tempo, e tornar-se famoso de morrer:

Diário perdido do Beto

Como seria viajar na velocidade da luz?

Por dentro da matéria

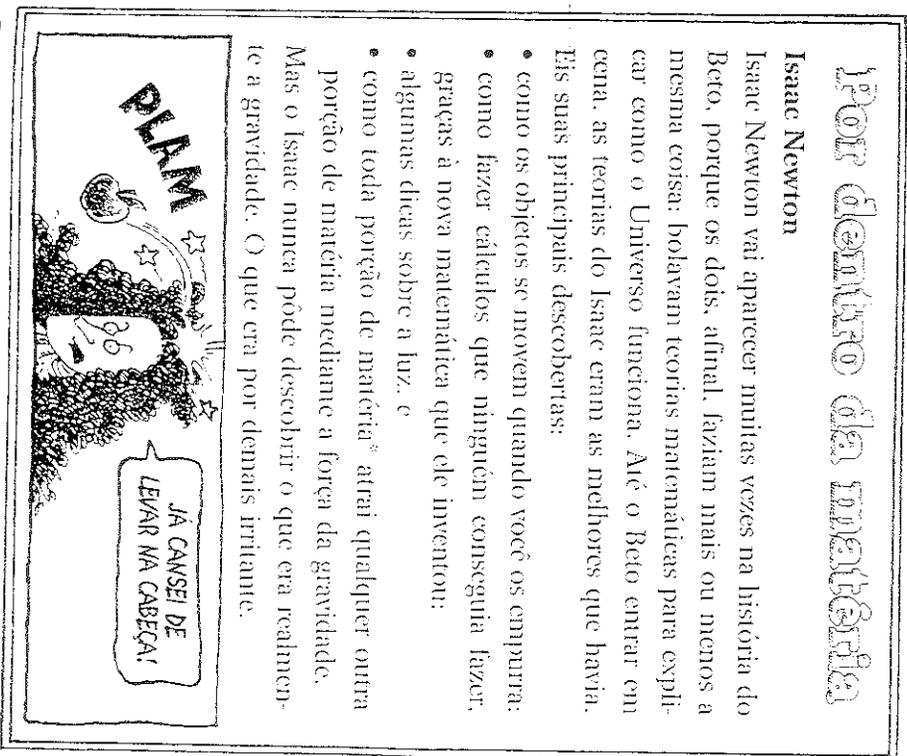
Isaac Newton

Isaac Newton vai aparecer muitas vezes na história do Beto, porque os dois, afinal, faziam mais ou menos a mesma coisa: bolavam teorias matemáticas para explicar como o Universo funciona. Até o Beto entrar em cena, as teorias do Isaac eram as melhores que havia.

Eis suas principais descobertas:

- como os objetos se movem quando você os empurra;
- como fazer cálculos que ninguém conseguia fazer, graças à nova matemática que ele inventou;
- algumas dicas sobre a luz, e
- como toda porção de matéria* atrai qualquer outra porção de matéria mediante a força da gravidade.

Mas o Isaac nunca pôde descobrir o que era realmente a gravidade. O que era por demais irritante.



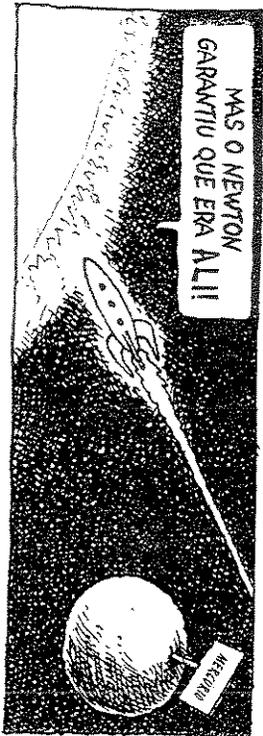
Na época em que o Beto começou a pensar como deveria ser o pajafar na velocidade da luz, a maioria dos cientistas achava que já havia explicado mais ou menos tudo sobre o funcionamento do Universo: só faltava burlar aqui e ali as teorias, brincar um pouco com suas equações, fazer mais uma experiênciazinha, que a ciência estaria concluída e eles poderiam ir para casa descançar.

(Gente como o Isaac Newton e seus cupincheas (os inimigos dele também - - e inimigo era o que não lhe faltava) bolou leis matemáticas que explicavam toda espécie de coisas, por exemplo, por que os planetas se movem do jeito que se movem, o que gera as marés e por que faz frio no inverno. Eles bolaram também um lindo retrato do Universo, cheio de bolinhas diso e daquilo, todas elas feitas de minúsculos átomos redondos movidos por forças deste ou daquele tipo. Era mais ou menos como uma enorme partícula de sílica, só que mais divertida.

Ver Mortos de Panna — Isaac Newton e sua macã.

* Matéria é a coisa de que tudo é feito. Pode existir na forma de sólido, líquido, gás ou de um treco esquisito chamado plasma.

exemplo, o fato de o planeta Mercúrio não se mover como era de se esperar — mas como ele era pequeno e distante demais, ninguém se preocupou muito com isso.



O Isaac achava que tudo — planetas, estrelas, maçãs, pedacos de pau, tudo mesmo — funcionava como as peças de um gigantesco relógio, construído por Deus, que pusera esse mecanismo em movimento, de tal modo que os planetas giravam em torno do Sol e os átomos trombavam uns com os outros. Tudo isso acontecia num enorme espaço, vazio e informe, que se movia para sempre em todas as direcções e no qual o tempo passava uniformemente — para sempre também. Esse vazio se chamava espaço absoluto. Algumas coisas — como o Sol e as pessoas — se moviam nesse espaço, outras não. Dizia-se que as coisas que se moviam eram dotadas de um "movimento absoluto" e que as que não se moviam estavam em "reposo absoluto".

O significado desses termos parece óbvio. Mas será que é mesmo? Se você estiver lendo este livro refeitelado num sofá, com a tevê ligada e um coco bem gelado na mesinha ao lado, pode pensar que *está* em repouso absoluto. Mas, na verdade, está viajando pelo espaço a centenas de quilômetros por hora, porque a Terra está em rotação. Mesmo se estiver no pólo norte (o que é como estar no eixo de uma roda que roda), você não vai estar em repouso absoluto, porque a Terra está girando em torno do Sol. E o Sol, então? Além de ser

bem mais quente, também está se movendo, na sua trajetória pela galáxia, de modo que nem lá você estaria em repouso absoluto. Por falar na galáxia... Bem, você já entendeu. Ficar em repouso absoluto não é tão fácil quanto parece.

Esse tipo de problema não preocupava a maioria dos cientistas quando o Beto era criança. Resumidamente, eles consideravam o Universo um lugar complicado, cheio de toda espécie de coisas esturmbóticas, o qual, no entanto, sabiam mais ou menos como funcionava. E se davam por satisfeitos com seu conhecimento. Até surgirem perguntas embaraçosas como:

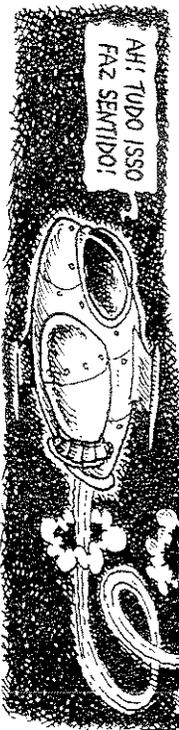


Para perguntas como essas não havia resposta — pelo menos era o que se pensava. Um dia, o Beto é que iria responder a elas, mas por ora ele tinha outra coisa com que quebrar a cabeça: como seria viajar na velocidade da luz?

Essa foi uma das questões que levaram o Beto à Teoria da Relatividade Especial — a primeira coisa a torná-lo famoso de morrer. A relatividade explica como o mundo é de fato, mas com frequência parece tão esquisita que as pessoas às vezes dizem:



É o que é esse tal de senso comum? É nossa sensação de como o mundo "deve ser", e se baseia na nossa experiência das coisas que ventos e costumamos fazer: consultar o relógio, viajar de carro, passar férias na praia ou no campo... Não se baseia em experiências como consultar um relógio atômico, viajar em espaçonaves futuristas a milhares de quilômetros por segundo ou passar férias em estrelas do tamanho de milhares de sóis. Se fizéssemos coisas assim, seriamos tão ferres em relatividade quanto o Beto, porque a relatividade seria então, para nós, o próprio senso comum.



Em todo caso, sabemos que o senso comum muitas vezes se equivoca. Pelo senso comum, por exemplo, a Terra não é plana?

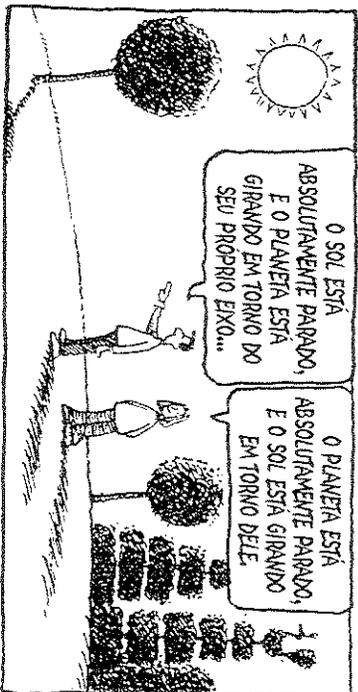
Por dentro da matéria

Relatividade

Talvez seja a hora de pôr você a par de um pequeno segredo. A Teoria da Relatividade, com que o Beto revolucionou a física, baseia-se todinha numa só idéia. É simplíssima, mas também meio desconcertante, embora num primeiro momento possa não parecer. Essa idéia é...

NÃO EXISTE MOVIMENTO ABSOLUTO.

O único tipo de movimento que existe é o movimento RELATIVO (daí o nome "relatividade"). É melhor a gente dar uma olhada nesse ponto, porque vai fazer tudo ficar muito mais claro. Imagine que em todo o Universo existiam apenas um planeta e um Sol. Não existem outros planetas, luas, estrelas. Você está nesse planeta e vê o Sol se movendo lentamente no céu. Por que isso acontece?



Dá para mostrar quem tem razão?

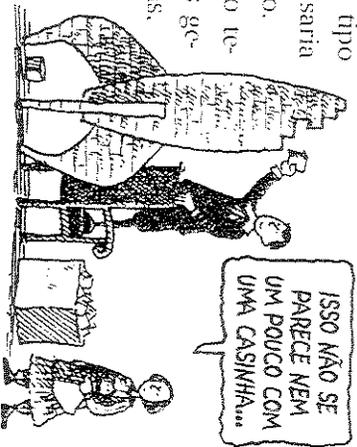
Não. Você tanto pode afirmar que o planeta está girando em torno do seu eixo, como que o Sol está girando em torno do planeta (ou as duas coisas), e ninguém pode provar que você está errado. Na verdade, não tem nem sequer sentido levantar essa questão. Seria como perguntar: "Eu sou mais alto que você, ou você é que é mais baixo que eu?". Se tanto faz responder uma coisa como outra, é que se trata de uma opção, e não de um fato. O único fato é que o Sol muda sua posição no céu, mostrando que está se movendo *em relação a* você.

Grupo 4

Não é esquisito um garoto de cinco anos se interessar por uma bússola? Não seria muito mais divertido perturbar o gato? Só que o Beto não era como a maioria de nós. Quando não entendia uma coisa, ficava transtornado e quebrava a cabeça o tempo que fosse necessário para entendê-la. O magnetismo fascinou-o pelo resto da vida, embora o Beto nunca tenha conseguido explicar direito como isso se encalhava no resto do Universo.

Outra razão do interesse do Beto pela ciência foi seu tio Jakob. Tio Jakob era engenheiro, além de sócio do Hermann no comércio de penas de ganso: foi ele que ensinou álgebra e geometria ao Beto, e vivia dando problemas de matemática para o sobrinho se distrair. Nem todo garoto acharia essa brincadeira divertida, mas o tio Jakob era um especialista em fazer tudo parecer um bom passatempo para o menino — e, afinal de contas, eles não podiam assistir tevê, já que ela ainda não tinha sido inventada.* Esse interesse precoce do Beto pela geometria lhe seria utilíssimo mais tarde, para explicar como a gravidade funciona, e uma das coisas que mais o encantavam nessa ciência é que, nela, as coisas mais fantásticas podem ser provadas por um simples raciocínio lógico — exatamente o tipo de raciocínio que ele usaria para explorar o Universo.

É possível que o Beto tenha tido algumas idéias geniais quando criança, mas, se teve, ninguém as contou; logo, nunca poderemos saber quais foram.



* O Beto contribuiu também para a invenção da televisão (ver p. 152).

Hermann e Pauline eram gente boa. Eram judeus, mas não levavam os costumes judaicos muito a sério. Hermann, em particular, era muito tranqüilo. Não esquentou nem mesmo quando, mais tarde, o Beto tomou umas atitudes esquisitas, como recusar a nacionalidade alemã, fazer de tudo para ser expulso da escola e se tornar o maior cientista de todos os tempos. O que o Hermann mais gostava era de ler poesia, passar no campo, comer e beber bem; já a Pauline tinha paixão pela música, especialmente pelo violino (que o Beto também aprendeu a tocar — e tocou pelo resto da vida).

Em certos aspectos, o Hermann talvez fosse um pouco tranqüilo demais. Interessava-se muito pela ciência e montou várias companhias de eletricidade, com dinheiro emprestado de parentes ricos, talvez sem antes planejar com o devido cuidado seus empreendimentos. No começo, as companhias iam bem e todo mundo estava satisfeito; mas depois, por um ou outro motivo, todas faliram, e os parentes do Beto não ficaram nada contentes com isso. Principalmente os que tinham posto dinheiro nos negócios.

Mas a culpa não foi só do Hermann. Naquela época, viver na Alemanha não era mole...

Tempos difíceis

Correio da carta de rimar
da parte central da imprensa
1871
**NOVO PAÍS, QUE SE CHAMARÁ
ALEMANHA, É FORMADO A PARTIR
DE TREZENTOS PEDACINHOS!**

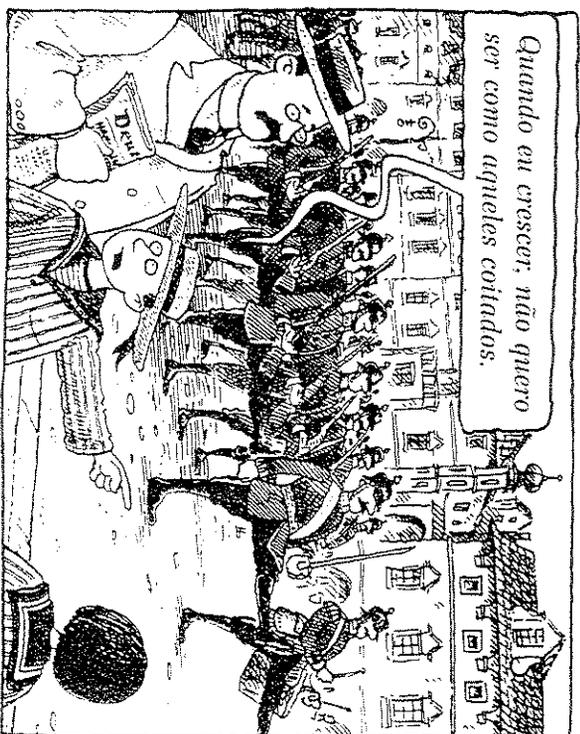
COMEMORAÇÃO DE CARTÓGRAFOS INTERROMPE O TRÂNSITO



A Alemanha estava ficando cada vez mais belicosa. Todos os homens tinham de prestar serviço militar por dois anos, o Estado investia pesado na fabricação de armamentos, os políticos e até os motoristas de táxi usavam uniformes militares, e o Parlamento aprovava leis proibindo as pessoas de se queixarem disso tudo.

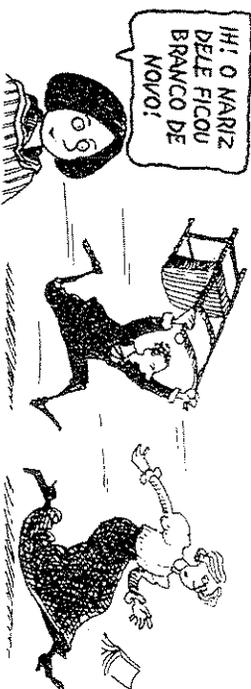
Beto não gostava nada das coisas militares. Um dia, ao ver uns soldados passarem marchando, virou-se para papai Hermann e disse:

O monstquinho



Mas a vida inteira ele teria de lidar com todo tipo de oficiais e de instituições militares. A começar pela escola. Foi isso mesmo que você leu: pela escola. E você achava que a sua era um horror...

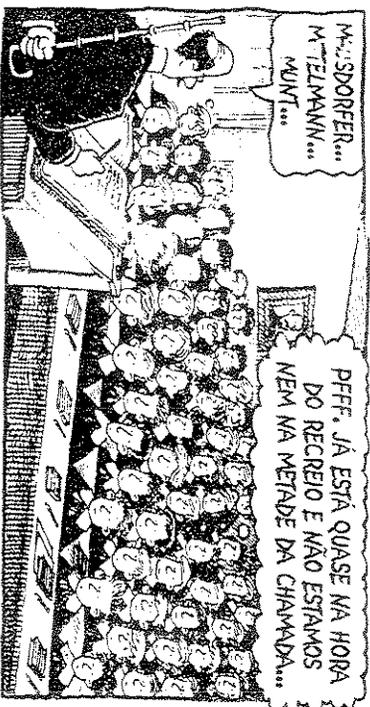
Não é que o Beto fosse tão sossegado assim naquela época; ao contrário, tinha um temperamento do cão e, quando ficava com raiva, seu nariz ficava branco. Quando tinha cinco anos, seus pais lhe arranjaram uma simpática professora, mas mesmo naquela tenra idade o Beto manifestava claramente seus sentimentos...



A criada da professora teve de se demitir, apesar de não ter feito nada de errado. O problema era que o Beto não gostava que ninguém lhe afirmasse uma coisa supondo que ele é engolfinha assim masigadinha. Ele gostava de descolbrigar por conta própria. Ainda bem, senão nunca teria se chamado um moito de fama.

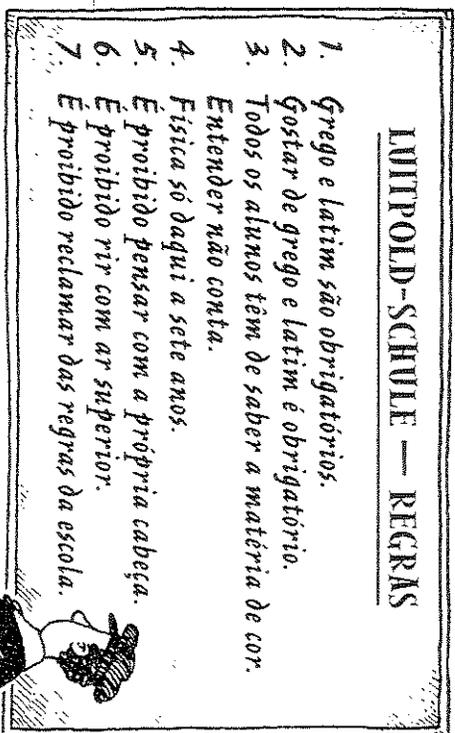
Escolas de soldados

A primeira escola do Beto chamava-se St.-Peter-Schule. Ele estava com nove anos quando entrou lá. Na escola havia mais de 2 mil alunos, setenta na classe do Beto. As aulas eram assim: o professor mandava os alunos repetirem uma coisa milhões de vezes, até todos saberm a coisa de cor, e para despertar o interesse deles pela matéria, lascava-lhes benzaladas nos nove dedos.

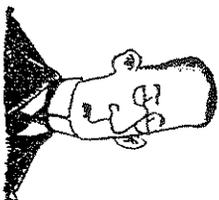


Os professores faziam possível para que a escola fosse como um quartel do exército e o Beto odiava isso. Ele era obediente, não fazia bagunça e tirava boas notas em quase tudo, mas não era feliz. Não demora muito para que se isolasse da turma e se tornasse um solitário, o que seria pelo resto da vida.

Após alguns anos nessa sua primeira escola, ele foi para outra, chamada Luitpold, que também odiou.



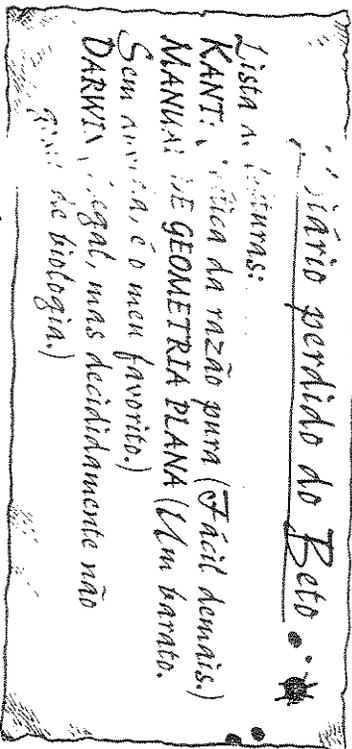
Contado do Beto. Ele não gostava nem de grego nem de latim. Gostava era de física: será que ia ter mesmo de esperar mais sete anos para aprendê-la? Desse jeito, nunca ia ser um físico famoso de morrer. Seus professores, claro, não estavam nem aí para o que ele pudesse ser na vida. Tanto que, quando Hermann perguntou ao professor do Beto que carreira o filho devia escolher, ele disse:



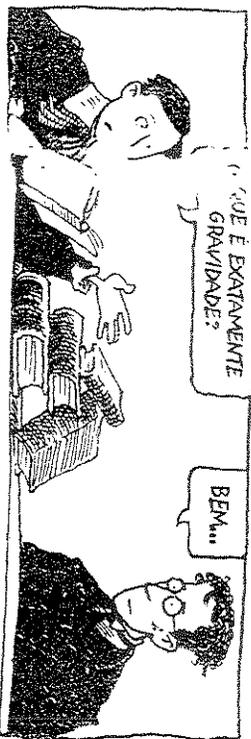
Tanto faz. Ele nunca vai ser ninguém mesmo.

O fato de ser judeu traria uma porção de problemas ao Beto mais tarde, mas naquela época serviu-lhe bastante, porque as famílias judias tinham a bela tradição de toda semana convidar um estudante judeu pobre para jantar. Hermann e Pauline não levavam as tradições judaicas muito a sério, mas eram gente boa, de modo que toda quinta-feira recebiam um estudante de medicina chamado Max Talmud. Max tinha

21 anos quando conheceu o Beto (que então tinha dez) e, como logo percebeu que o garoto gostava de ciência, passou a lhe apresentar todo tipo de livro científico. O Beto adorava esses livros e começou a discutir com Max, que lhe trazia obras cada vez mais difíceis sobre os temas mais complicados da filosofia e da ciência — títulos que eram uma verdadeira tentação:



Por mais pedidos que fossem os livros, o Beto entendia todos — logo estava deixando o Max todo enrolado com suas perguntas:



Mas se a religião ajudou o Beto a mergulhar na ciência, a ciência trouxe o Beto da religião. Por volta dos onze anos, ele era fervorosamente religioso. Rezava, pregava, e lia livros de religião — chegou até a escrever hinos e cantá-los a caminho da escola. Lia os livros de religião com o mesmo espírito com que lia os de ciência — para aprender coisas novas. E, como sempre, não era só porque o que o Beto lia

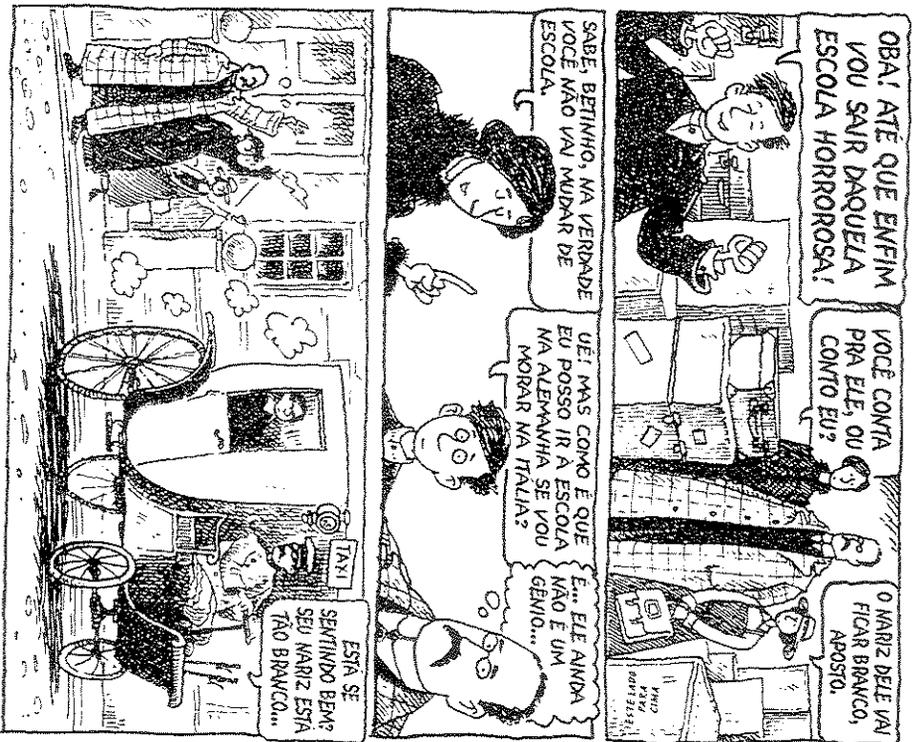
estava escrito nos livros que ele aceitava: a coisa tinha de fazer sentido. Mas o problema era que, quanto mais ele lia e quanto mais ele pensava, menos sentido faziam aqueles livros. Até que um belo dia...



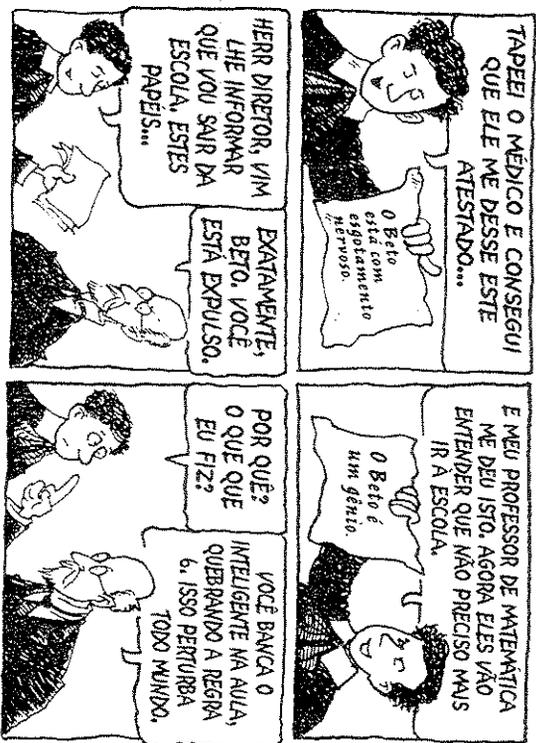
A única coisa em que o Beto passou a confiar dali em diante foi a ciência — ainda assim, só depois de ele próprio verificar a argumentação. Mas quando ele começou a pensar na ciência que aprendera, deu-se conta de que uma parte dela não fazia sentido, do mesmo modo que a religião. Tudo isso levou o Beto a se desinteressar mais ainda pela escola, onde ele tinha de simplesmente aceitar o que lhe diziam, sem nada questionar. Como não suportava essa idéia, só pensava numa coisa: sair da escola. O mais rápido possível.

Uma nova vida

Se o Beto queria cair fora mas não podia, o Hermann não queria cair fora mas precisava. A companhia de eletricidade que ele tocava com o irmão Jakob estava em dificuldade: era pequena demais para competir com as concorrentes, cada vez mais poderosas. Em 1894, quando o Beto tinha quinze anos, a empresa faliu, e a família, inclusive o tio Jakob, se mudou para a Itália. Não toda a família, porque...



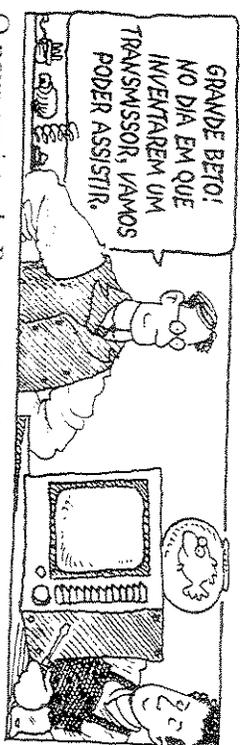
Hermann e Pauline resolveram deixar o Beto com uns parentes distantes, porque não queriam que ele interrompesse os estudos — a data dos exames estava próxima. Mas interromper os estudos era exatamente o que o Beto mais desejava. Ele já estava cheio. Não ia mais ficar naquela escola *de jeito nenhum*, e muito menos com os tais parentes. Botou um plano maquinavélico e o pôs imediatamente em prática.



Pois é, o Beto saiu da escola. Isso significava que não ganhou um diploma, mas também que não tinha de prestar serviço militar. Foi para junto da família, na Itália, sem avisar que estava indo. Eles ficaram boquiabertos quando o viu, mas não fizeram drama. Também não deram muita bola para o seu novo plano: não era só das escolas alemãs que ele estava cheio — também não gostava de ser alemão. De modo que resolveu acabar logo com aquilo: fez o Hermann escrever por ele uma carta renunciando à nacionalidade alemã. Isso não significava que o Beto era italiano: agora ele não era cidadão de país nenhum, o que ele achava ótimo, porque não tinha o menor interesse por nacionalidades.

Agora que tinha escapado daquela horrível escola alemã, estava se divertindo a valer. Adorava a Itália, e até deu uma força na fábrica do tio Jakob, mostrando que era mesmo um cara fora de série. Disso a gente já sabia, mas o tio Jakob ficou besta com a criatividade do sobrinho: "Fazia tem-

po que eu e o meu engenheiro assistente estávamos quebrando a cabeça, quando veio esse rapazola e resolveu o problema em quinze minutos. Ele vai longe!". Pena que a gente não sabia que "problema" foi esse...



O novo projeto do Beto era descobrir como o Universo funcionava. Ele achou que ser professor de ciências seria uma boa maneira de ganhar a vida enquanto punha em prática o tal projeto — embora seu pai quisesse muito que ele fosse engenheiro electricista. Em todo caso, por ora o Beto queria apenas aprender um pouco mais de ciência, e sabia que, para isso, o melhor era entrar na Escola Politécnica da Suíça, mais conhecida como Póli, em Zurique.

Beto parecia achá-la o máximo:

Diário perdido do Beto

POLI - MOTIVOS PARA ENTRAR

1. Não é na Alemanha.
2. Está cheia de gênios.
3. Não precisa de diploma para entrar (o que é ótimo, porque eu não tenho).
4. Para entrar, é só passar no vestibular um ano e meio antes do normal. Para isso, basta ser um gênio, o que eu já sou. Nem vou precisar estudar para o exame.

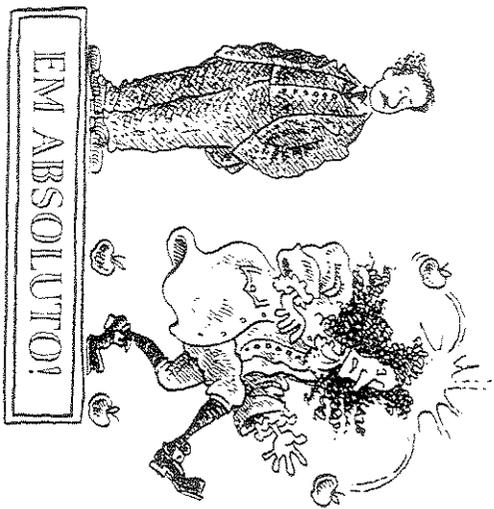
Mas infelizmente:



Na verdade, o Beto não precisou esperar muito para começar a se dedicar ao estudo do Universo. Fazia poucos meses que estava em Aarau quando, aos dezesseis anos, se fez a pergunta que levaria dez anos para responder e que o ajudaria a encaixar várias peças do Universo, resolver os mistérios do espaço e do tempo, e tornar-se famoso de morrer:

Diário perdido do Beto

Como seria viajar na velocidade da luz?



Na época em que o Beto começou a pensar como deveria ser viajar na velocidade da luz, a maioria dos cientistas achava que já havia explicado mais ou menos tudo sobre o funcionamento do Universo: só faltava burlar aqui e ali as teorias, brincar um pouco com suas equações, fazer mais umas experienciuzinhas, que a ciência estaria concluída e eles poderiam ir para casa descansar.

Gente como o Isaac Newton e seus cupinchas (os inimigos dele também — e inimigo era o que não lhe faltava)* bolou leis matemáticas que explicavam toda espécie de coisas, por exemplo, por que os planetas se movem do jeito que se movem, o que gera as marés e por que faz frio no inverno. Eles bolaram também um lindo retrato do Universo, cheio de bolinhas disto e daquilo, todas elas feitas de minúsculos átomos redondos movidos por forças deste ou daquele tipo. Era mais ou menos como uma enorme partícula de sinuca, só que mais divertida.

* Ver Mortos de Fama — *Isaac Newton e sua maçã*.

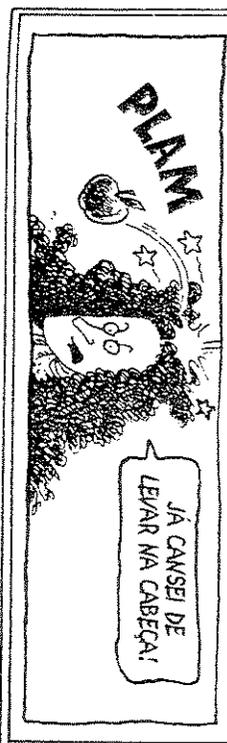
Por dentro da matéria

Isaac Newton

Isaac Newton vai aparecer muitas vezes na história do Beto, porque os dois, afinal, faziam mais ou menos a mesma coisa: bolavam teorias matemáticas para explicar como o Universo funciona. Até o Beto entrar em cena, as teorias do Isaac eram as melhores que havia. Eis suas principais descobertas:

- como os objetos se movem quando você os empurra;
- como fazer cálculos que ninguém conseguia fazer, graças à nova matemática que ele inventou;
- algumas dicas sobre a luz, e
- como toda porção de matéria* atrai qualquer outra porção de matéria mediante a força da gravidade.

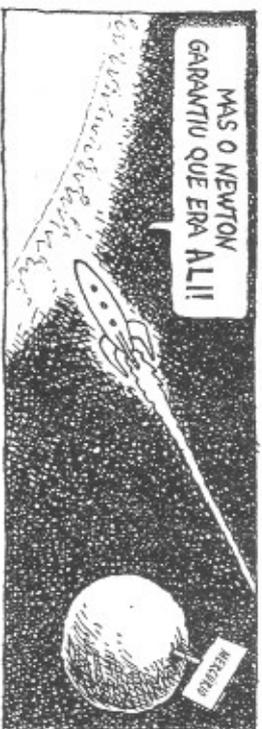
Mas o Isaac nunca pôde descobrir o que era realmente a gravidade. O que era por demais irritante.



Cientistas como o Isaac eram capazes até de prever o futuro e dizer onde cada planeta estaria na semana ou no século seguinte. Para isso, claro, tinham de fazer uma montanha de cálculos, e sem contar com a ajuda do computador, que ainda não havia sido inventado. Levava tempo, mas eles chegavam lá. Descobriram algumas esquisitices: por

* Matéria é a coisa de que tudo é feito. Pode existir na forma de sólido, líquido, gás ou de um treco esquisito chamado plasma.

exemplo, o fato de o planeta Mercúrio não se mover como era de se esperar — mas como ele era pequeno e distante demais, ninguém se preocupou muito com isso.



O Isaac achava que tudo — planetas, estrelas, maçãs, pedras de pau, tudo mesmo — funcionava como as peças de um gigantesco relógio, construído por Deus, que pusera esse mecanismo em movimento, de tal modo que os planetas giravam em torno do Sol e os átomos trombavam uns com os outros. Tudo isso acontecia num enorme espaço, vazio e informe, que se movia para sempre em todas as direções e no qual o tempo passava uniformemente — para sempre também. Esse vazio se chamava espaço absoluto. Algumas coisas — como o Sol e as pessoas — se moviam nesse espaço, outras não. Dizia-se que as coisas que se moviam eram dotadas de um “movimento absoluto” e que as que não se moviam estavam em “repouso absoluto”.

O significado desses termos parece óbvio. Mas será que é mesmo? Se você estiver lendo este livro relesclado num sofá, com a leve ligada e um coco bem gelado na mesinha ao lado, pode pensar que *está* em repouso absoluto. Mas, na verdade, está viajando pelo espaço a centenas de quilômetros por hora, porque a Terra está em rotação. Mesmo se estiver no pólo norte (o que é como estar no eixo de uma roda que roda), você não vai estar em repouso absoluto, porque a Terra está girando em torno do Sol. E o Sol, então? Além de ser

bem mais quente, também está se movendo, na sua trajetória pela galáxia, de modo que nem lá você estaria em repouso absoluto. Por falar na galáxia... Bem, você já entendeu. Ficar em repouso absoluto não é tão fácil quanto parece.

Esse tipo de problema não preocupava a maioria dos cientistas quando o Beto era criança. Resumidamente, eles consideravam o Universo um lugar complicado, cheio de toda espécie de coisas estrambóticas, o qual, no entanto, sabiam mais ou menos como funcionava. E se davam por satisfeitos com seu conhecimento. Até surgirem perguntas embaraçosas como:

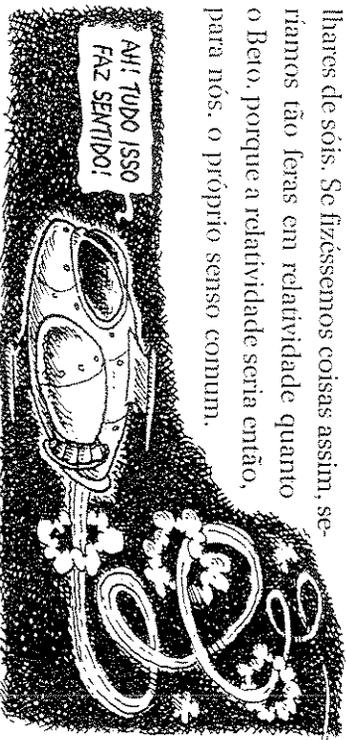


Para perguntas como essas não havia resposta — pelo menos era o que se pensava. Um dia, o Beto é que iria responder a elas, mas por ora ele tinha outra coisa com que quebrar a cabeça: como seria viajar na velocidade da luz?

Essa foi uma das questões que levaram o Beto à Teoria da Relatividade Especial — a primeira coisa a torná-lo famoso de morrer. A relatividade explica como o mundo é de fato, mas com frequência parece tão esquisita que as pessoas às vezes dizem:



E o que é esse tal de senso comum? É nossa sensação de como o mundo "deve ser", e se baseia na nossa experiência das coisas que vemos e costumamos fazer: consultar o relógio, viajar de carro, passar férias na praia ou no campo... Não se baseia em experiências como consultar um relógio atômico, viajar em espaçonaves futuristas a milhares de quilômetros por segundo ou passar férias em estrelas do tamanho de milhares de sóis. Se fizéssemos coisas assim, seriamos tão ferus em relatividade quanto o Beto, porque a relatividade seria então, para nós, o próprio senso comum.



Em todo caso, sabemos que o senso comum muitas vezes se equivocava. Pelo senso comum, por exemplo, a Terra não é plana?

Por dentro da matéria

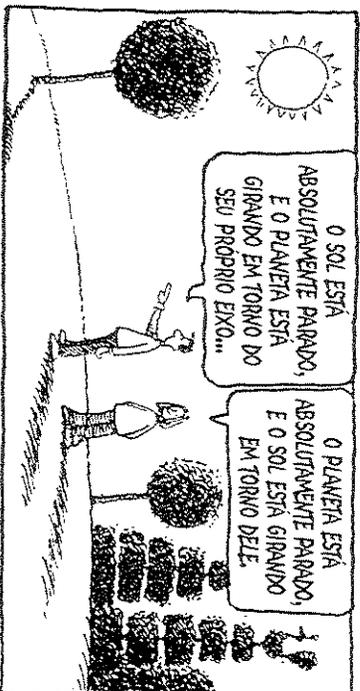
Relatividade

Talvez, seja a hora de pôr você a par de um pequeno segredo. A Teoria da Relatividade, com que o Beto revolucionou a física, baseia-se todinha numa só idéia. É sim-plicíssima, mas também meio desconcertante, embora num primeiro momento possa não parecer. Essa idéia é...

**NÃO EXISTE
MOVIMENTO ABSOLUTO.**

O único tipo de movimento que existe é o movimento **RELATIVO** (daí o nome "relatividade"). É melhor a gente dar uma olhada nesse ponto, porque vai fazer tudo ficar muito mais claro.

Imagine que em todo o Universo existiam apenas um planeta e um Sol. Não existem outros planetas, luas, estrelas. Você está nesse planeta e vê o Sol se movendo lentamente no céu. Por que isso acontece?



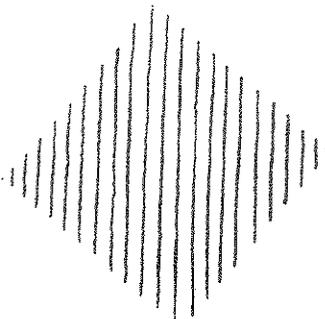
Dá para mostrar quem tem razão?

Não. Você tanto pode afirmar que o planeta está girando em torno do seu eixo, como que o Sol está girando em torno do planeta (ou as duas coisas), e ninguém pode provar que você está errado. Na verdade, não tem nem sequer sentido levantar essa questão. Seria como perguntar: "Eu sou mais alto que você, ou você é que é mais baixo que eu?". Se tanto faz responder uma coisa como outra, é que se trata de uma opção, e não de um fato. O único fato é que o Sol muda sua posição no céu, mostrando que está se movendo *em relação a você*.

Grupo 5

O Beto Achatado veria o seguinte:

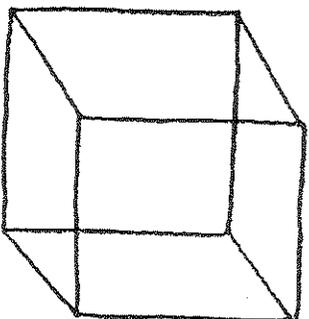
Se você enfiasse gradativamente o azulão através do mundo do Beto Achatado, ele veria as linhas se alongarem e depois se encurtarem de novo. Assim:



À maioria das pessoas planas veria apenas uma linha aparecer misteriosamente, alongar-se, estreitar-se e desaparecer, mas, à medida que a linha mudasse de forma, o Beto Achatado, que é um crânio, entenderia que isso podia ser explicado pela passagem de um objeto da arripante terceira dimensão através do seu mundo plano. (Se você olhar através do corte que fez no papelão e pedir que alguém enfile neste uma forma quadrada, começando pelo canto, verá exatamente o que o Beto Achatado veria.)

Agora, imagine que existe uma quarta dimensão. Você não pode vê-la, como o Beto Achatado tampouco podia ver a terceira, mas se uma criatura quadridimensional enfiasse alguma coisa através da nossa dimensão, o que você veria? Veria um objeto sólido que pareceria surgir, crescer, diminuir e desaparecer de novo.

Tudo isso parece muito misterioso, mas se vissemos todos os dias pedaços de objetos quadridimensionais, nos acostumaríamos com eles e entenderíamos como funcionam, mesmo se nunca pudéssemos ver os objetos inteiros. Na verdade, é o tipo de coisa que sempre fazemos. Todas as coisas que sempre vemos em nosso mundo são, no fundo dos nossos olhos, figuras bidimensionais. É que nos acostumamos a conceber formas tridimensionais com base nessas figuras bidimensionais (e a sentir a forma dos objetos). Por exemplo, quando você vê na televisão um filme em que um objeto vem a toda "na sua direção", na verdade o que está acontecendo é que a imagem do objeto está crescendo na tela bidimensional da tevê. Estamos tão acostumados a idealizar, com base em imagens bidimensionais, como são os objetos tridimensionais, que o difícil é não fazer isso. Olhe para esta figura:



Você pode optar por enxergá-la como um cubo visto de cima ou como um cubo visto de baixo, mas é quase uma proeza conseguir vê-la como ela realmente é: uma forma plana, bidimensional. Está aí a prova de como é fácil imaginar como são as coisas numa dimensão maior!

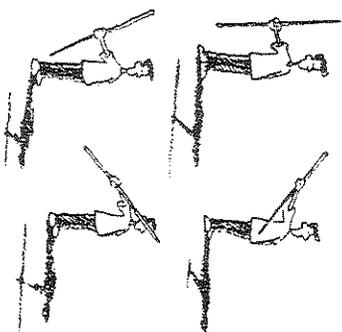
Hermann sugeriu que, de fato, havia uma quarta dimensão, mas que ela não tinha nada de estrambótico ou misterioso: era apenas o tempo. Juntos, as três dimensões e o tempo formam o espaço-tempo. Essa idéia torna muito mais simples a explicação do que acontece com os objetos que se movem em alta velocidade.

Imagine-se no estádio, num dia de sol, empunhando um dardo. Ele projeta uma sombra no chão, uma sombra bidimensional. Como você pode mudar o comprimento da sombra? É só segurar o dardo num ângulo diferente — moleza. Mas o comprimento real do dardo não muda.

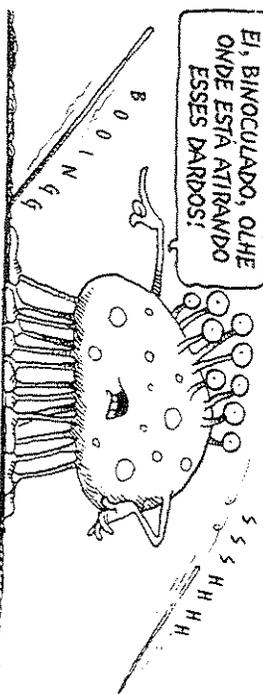
Hermann percebeu que o motivo

por que os objetos encolhem quando se movem depressa é parecido com o motivo por que a sombra muda de comprimento. Quando um objeto se move, fica mais curto no espaço, mas no espaço-tempo ele só muda de ângulo. É como o Beto Acharado com seus quadrados e suas ovasis, ou nós com nossas lixeiras — as coisas parecem mudar de forma quando você olha para elas de diferentes ângulos.

Assim, se um dardo de 1 metro de comprimento é arremessado a 0,9c, a equação do Beto (página 66) nos diz que ele encolhe para 44 cm. A 0,99c, a equação do Beto dá o comprimento de 14 cm. Quanto mais rápido o dardo vai, mais curto ele fica — do nosso ponto de vista. Mas se você fosse o Baix Ash Tral, um extraterrestre ligeiríssimo com centenas de pernas e com olhos pedunculados capazes de ver as coisas no espaço-tempo quadridimensional da mesma maneira como vemos as coisas em nosso espaço tridimensional, não veria um dardo ficando mais curto à medida que



se movesse mais depressa: você perceberia que estava enxergando o dardo de um ângulo diferente. Provavelmente, ficaria todo besta por enxergar as coisas assim e se sentiria superior àqueles humanos bobocas com apenas duas ridículas pernas e um monte de idéias cretinas.



Se puddessemos viajar em velocidades incrivelmente altas (ou, como diz o Baix Ash Tral, só para esnobar, "arrastando os pés por aí"), provavelmente nos acostumaríamos a enxergar as coisas desse modo, e seria tão óbvio um dardo parecer ter 10 cm de comprimento quanto a lixeira ter a aparência de um círculo.

Por dentro da matéria

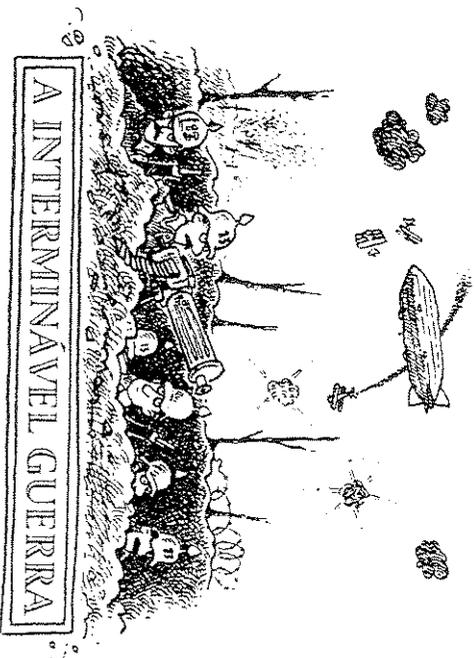
A dimensão do tempo

Se a idéia de o tempo ser uma dimensão lhe parece estranha, olhe a ilustração da página 80, que mostra como o azulejo quadrado parece ser para o Beto Acharado, ao passar por seu mundo bidimensional. À medida que você desce os olhos pela página, enxerga o azulejo tal como ele parece ser aos olhos do Beto, enquanto o tempo passa. Você está acompanhando o azulejo na dimensão do tempo, que está disposta verticalmente na página. Os diagramas e gráficos dos lucros de uma empresa também mostram o tempo como uma dimensão, embora costumem apresentá-lo na horizontal.

Herrmann descobriu que as mudanças sofridas pelo tempo também podem ser explicadas como deslocamentos no espaço-tempo. O que Baix AS_h Trial pode ver tranquilamente, mesmo se ficar com três olhos fechados, mas que o Beto e o Herrmann tiveram de descobrir para nós, humanos, é o seguinte:

**SE GIREMOS DO ESPAÇO E DO TEMPO
Número 4:
O ESPAÇO E O TEMPO ESTÃO
LIGADOS UM AO OUTRO.**

Alias, lembre-se de que essa história de encolhimento depende do observador: se você se mover com o dardo, ele não vai encolher. Daí o nome "relatividade": o comprimento do objeto depende da velocidade deste em relação ao observador.



Em 1909, o Beto ainda trabalhava no Serviço de Parentes. Embora, de certo ponto de vista, achasse divertido, preferiria muito mais estar trabalhando em período integral numa universidade, onde poderia ensinar aos alunos mais adiantados e ter tempo livre para cuidar do Universo. Por isso, quando ouviu falar de um cargo de professor assistente na Universidade de Zurique, traiu de candidatar-se. Infelizmente, não era bom professor. Ainda por cima, teve um bate-boca com a pessoa que tinha de decidir se o recomendava para o cargo, quando ela foi vê-lo dar aula. Felizmente, na vez seguinte, os dois se entenderam melhor, tanto que, por fim, ele conseguiu o emprego. (A Universidade queria dar o cargo para um amigo do Beto, o Friedrich Adler, mas este declarou: "Se a Universidade pode contratar um homem como o Einstein, é um absurdo indicarem a mim!". Mais tarde, o Beto retribuiria a delicadeza salvando a vida do Fred.)



Anexo 5

Grupo 1

O UNIVERSO INFLAVEL DO BETO



A cosmologia é o estudo de todo o Universo, o "cosmos". Antes do Beto, este não era propriamente um tema científico. Os filósofos tinham um monótono de idéias sobre o Universo, mas não tinham teorias adequadas, que pudessem ser testadas e usadas para previsões e coisas do gênero. A maioria dos cientistas antes do Beto achava que isso não competia a eles. Como alguém podia *explorar* algo como o Universo? Isaac Newton havia tentado, mas sua teoria (um Universo cheio de estrelas que se movia infinitamente no espaço e eternamente no tempo) veio a revelar-se problemática.

Na época, não havia nenhuma razão científica para acreditar que o Universo não existia desde sempre. Nesse caso, só havia duas hipóteses sobre como ele seria:

1 As estrelas tinham de se mover para sempre em todas as direções. O problema aqui era que, com um número infinito de estrelas, teria de haver atração gravitacional em toda parte. Só que não há. Logo, restava a outra...

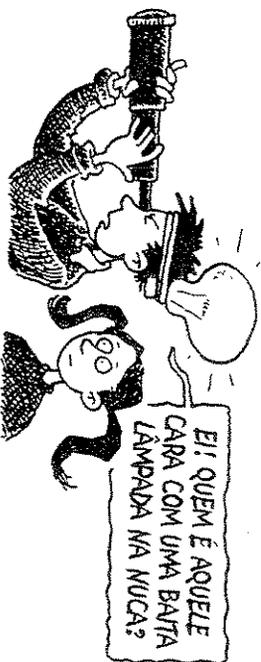
O Universo inflável do Beto

2 Embora o espaço se movesse para sempre em todas as direções, as estrelas morriam após alguns zilhões de quilômetros. Nas palavras do Beto: "O Universo estelar deve ser uma ilha finita num oceano de espaço infinito". Mas o Beto não gostou da segunda hipótese também. Concluiu que ao cabo de períodos de tempo longuíssimos as estrelas se afastariam umas das outras. Se o Universo existia desde sempre, como se supunha, então não sobraria mais nenhuma estrela para ver: todas elas estariam totalmente fora de vista agora.

Beto teve então uma idéia estupenda, fantástica, maravilhosa. Ele já sabia que a matéria — uma estrela, por exemplo — curvava o espaço. O que aconteceria se houvesse dúzias, ou centenas, ou milhões de estrelas? O espaço se curvaria mais e mais e mais e mais e mais, até...

Até o quê?

Bem, até se fechar em si mesmo. Isso significaria que embora você pudesse viajar por todo o sempre e não achar o limite do Universo, você acabaria ficando sem novas partes para ver: um relógio de luz enviado ao espaço percorreria o Universo todo e acabaria voltando ao ponto de partida. Assim, você talvez pudesse ver a sua nuca zilhões de quilômetros além no espaço (se tivesse uma baita lâmpada instalada na cabeça).

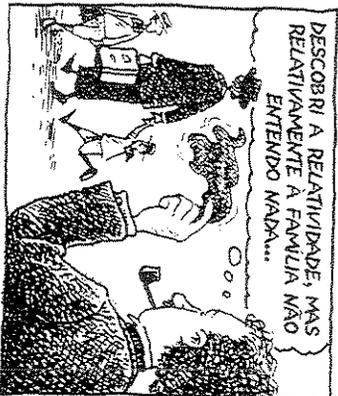


Grupo 2

Como você percebeu, a Mileva não estava na montanha trocando idéias sobre elevadores. Foi por essa época que o Beto se deu conta de que o casamento deles não ia nada bem. Já não conversavam sobre ciência, como antes, e a impopularidade da Mileva na família do Beto não contribuía nada para amenizar o clima.

Você poderia pensar que o Beto estava se dando bem em Zurique: muita grana, lindas paisagens, ciência à beça, uma bela sala-lunódromo... Mas, agora que ele era famoso, todo mundo estava louco para levá-lo para a sua universidade, que ganharia prestígio. A Academia Prussiana de Berlim lhe fez uma proposta sedutora: dinheiro a rodo, a diretoria do Instituto de Física Teórica e uma cátedra na Universidade Friedrich-Wilhelm. Em contrapartida, o Beto teria de morar em Berlim e aparecer de vez em quando nas reuniões dos professores. Ele não tinha a menor vontade de voltar para a Alemanha, mas dois amigos seus, Max Planck e Walther Nernst, conseguiram persuadi-lo. Assim, em 1913, ele se mudou *de novo*, dessa vez para Berlim. Havia ficado em Zurique apenas dois anos.

Beto sentia-se feliz em Berlim, apesar de a cidade ser na Alemanha e de ele ter de se vestir direito e ir a reuniões em que cada um dissertava sobre seu assunto enquanto todos os outros roncavam. Mas Mileva odiava a cidade e, não demorou muito, voltou para Zurique, carregando consigo Hans e Eduard. Cinco anos depois, em 1919, ela e o Beto se divorciaram, e, não demorou muito, o Beto se



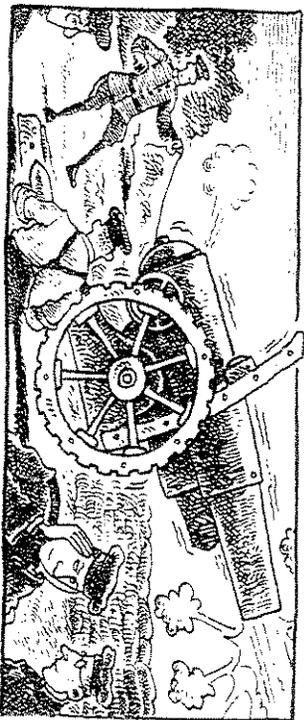
casou com a prima Elsa. Mileva levou tempo para superar o rompimento, mas eles acabaram voltando a ser razoavelmente bons amigos.

Beto chegou a Berlim em 1913. No ano seguinte:

TRIBUNA DO UNIVERSO

6 de novembro de 1914

GUERRA!



As más notícias
Nos últimos anos, muitos países organizaram suas forças militares e procuraram ampliar seus impérios. Em consequência do assassinato do arquiduque Ferdinando da Áustria e de sua esposa, em 28 de junho deste, por um anarquista sérvio em Sarajevo, o Império Austro-Húngaro declarou guerra à Sérvia. Sucedeu-se uma série

de declarações de guerra, com Alemanha, Áustria-Hungria e Turquia de um lado, e Grã-Bretanha, França, Sérvia, África do Norte e Rússia do outro. Outros países certamente tomarão posição em breve, e a maior parte do mundo estará em guerra.

As boas notícias
No Natal, a guerra terá acabado.

Não acabou. A Primeira Guerra Mundial (então chamada de Grande Guerra) durou até novembro de 1918. Mais de 9 milhões de pessoas morreram. Uma invenção particularmente horrível dessa guerra foram as metralhadoras (os tanques ainda não haviam sido inventados, pelo menos não no início). Milhares de soldados corriam de peito aberto pelos campos de batalha para atacar os ninhos de metralhadora. A grande maioria deles era dizimada, mas uns poucos conseguiam escapar para matar os metralhadores. E depois tinham de enfrentar novas linhas de metralhadoras, à custa de mais vidas. Não é de espantar, portanto, que o Beto tenha ficado horrorizado. Ele sempre detestara todo tipo de conflito — até no esporte: logo, era frontalmente contrário à guerra.

No entanto, muitos dos seus amigos achavam que a guerra era uma ótima idéia. Assim que a Alemanha invadiu a Bélgica, alguns deles até assinaram uma declaração intitulada "Apelo ao Mundo Culto", que foi publicada nos jornais do mundo inteiro. Ela dizia que os soldados alemães não haviam matado um só belga durante a invasão — o que certamente era mentira. Trazia 93 assinaturas de sumidades alemãs, entre elas os amigos do Beto. Max e Walther, aqueles que o tinham convencido a voltar para a Alemanha.



O que o Beto podia fazer? Pela primeira vez na vida, tomou uma atitude política: colaborou para uma réplica ao "Apelo ao Mundo Culto"...

APELO AOS EUROPEUS

Em resposta ao recente "Apelo ao Mundo Culto", os abaixo assinados gostariam de salientar que:

- a) ninguém nunca sai ganhando com as guerras;
- b) a Europa devia ser mais unida, e não menos.

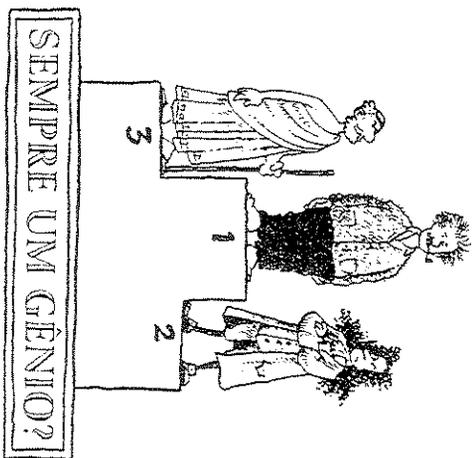
Mas só quatro pessoas assinaram...

Beto fez muitas outras coisas para tentar parar a guerra, até difundiu clandestinamente escritos contra ela, na tentativa de organizar um livro antibelicista com artigos de cientistas de ambos os lados, e ajudou pessoas que enfrentavam problemas por se oporem à guerra. Mas ninguém lhe dava ouvidos.

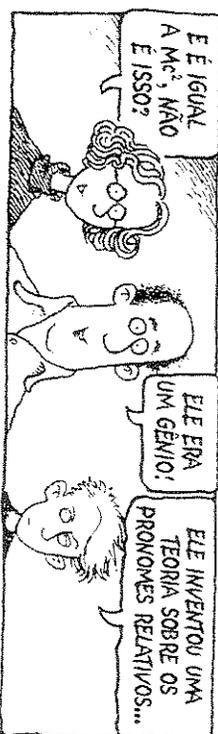
Podem parecer estranho, mas o Beto não rompeu nem mesmo com seus colegas mais belicistas. Naqueles dias, porém, as relações dele com as pessoas eram em geral um tanto distantes — ele se preocupava menos com os indivíduos do que com a humanidade. Além disso, esforçava-se para ter uma visão objetiva das coisas e pensar como elas ficariam a longo prazo. Sabia que a guerra não iria durar para sempre e queria que a ciência fosse o menos afetada possível pelo conflito. Para isso, independentemente do lado em que os cientistas estivessem, eles tinham de continuar se comunicando.

Ainda assim, é difícil entender como ele se arranjou. Por exemplo, um dos seus amigos, Fritz Haber, inventou um monte de gases letais e supervisionou a produção de cloro que matou ou feriu 15 mil soldados num só ataque. Mas o

Grupos 3 e 4



Todo mundo já ouviu falar do Albert Einstein. Ele é famoso de morrer. Mas por quê?



Muita gente diz que ele é o cara mais genial de todos os tempos. É possível: quantos outros foram capazes de juntar tantas pecinhas do quebra-cabeça do Universo? Espaço, tempo, átomos, luz, gravidade, energia... O Beto era mesmo um gênio! Eis uma lista bem resumida do que ele descobriu:

- como o Universo funciona e como fazê-lo parar de desinflar;
- como viajar no tempo;
- como contar átomos;
- como transformar coisas em luz e luz em coisas, e
- como, olhando firme para o céu, mas firme mesmo, talvez você possa enxergar sua própria nuca.

Como é que ele conseguiu fazer todas essas descobertas fantásticas? Para saber, é só dar uma olhada no seu diário perdido (tudo bem, tudo bem, o diário nunca existiu...).

Diário perdido do Beto

Lembrete: como ser o mais genial, sempre.

1. Tudo no Universo é, na verdade, simplíssimo. Se parece um pouco complicado, é porque não estamos pensando direito.
2. Para entender como o Universo funciona, e só formular as perguntas certas e pensar nelas a fundo e com muita lógica. Ai você vai ser capaz de entender um montão de coisas incríveis, mas lembre-se...
3. ... não confie nem nas respostas do senso comum, nem no que as outras pessoas dizem (nem mesmo se uma delas for o Isaac Newton).



ESPERA AI! EU MONTEI O QUEBRA-CABEÇA DO UNIVERSO SÉCULOS ATRÁS. EU SOU O MAIS GENIAL DE TODOS OS TEMPOS. POR ACASO TEM COISA MAIS GENIAL QUE A MINHA LEI DA GRAVITAÇÃO UNIVERSAL?

O Newton sempre aparece quando a gente menos espera. Daqui a pouquinho vamos falar dele. E não vai ser por causa da sua Lei da Gravitação Universal — que, aliás, o Beto mostrou não ser tão universal assim.

Neste livro você vai descobrir também algumas coisas incríveis sobre o Beto, por exemplo, que ele foi expulso da escola, que os nazistas tentaram assassiná-lo, ou que o cérebro dele foi retirado.

As teorias do Beto tratam de coisas que não dá para experimentar num laboratório, por serem extraordinariamente rápidas, pequenas ou pequenas. Assim, em vez de experiências em laboratório, ele realizou experiências em pensamento. Valendo-se da sua imaginação prodigiosa para visualizar como tais coisas deviam funcionar. Quando, nestas páginas, você topa com uns estranhos “e se?” e verificar as surpreendentes e fantásticas respostas que ele deu, também estará fazendo experiências em pensamento — muitas vezes as mesmas que o Beto fez.

Essas experiências em pensamento, ele utilizou para desvendar os segredos do espaço e do tempo, entre eles: como as coisas em movimento encurtam, como a gravidade torria o tempo mais lento e como a matéria curva o espaço. Isso talvez soe complicado demais, e talvez lhe digam que você pode ir perdendo a esperança, que não vai entender patavina. Pois saiba que um dos aspectos mais brilhantes das teorias do Beto é que qualquer um é capaz de acompanhá-las sem precisar fazer um só cálculo. Como disse o próprio Beto:

A ciência nada mais é que o aperfeiçoamento do raciocínio cotidiano.



Além do mais, para ajudar você a destrinchar essas teorias, bolamos umas versões bem divertidas delas.

Ao terminar o livro você terá descoberto um dos segredos mais bem guardados do século XXI: você é capaz de entender as teorias do Einstein, elas não são tão difíceis quanto se diz, nem vão fazer churrasquinho dos seus mitos.



UM MONSTRINHO

História de Nascimento	
NOME	Albert Einstein
DATA DE NASCIMENTO	14 de março de 1879, às 14h30
LOCAL DE NASCIMENTO	Rua da Estação, 151, Ulm, Alemanha
PAI	Hermann Einstein, comerciante de peças de ferro
MÃE	Pauline Einstein (Pauline Koch quando solteira)
OBSERVAÇÃO DO MÉDICO	O bebê tem uma cabeça esquisita, mas não é um monstro, apesar de que diz sua mãe.

Quando o Beto nasceu, nem todo mundo se entusiasmau muito com a sua aparência...



Beto era o primeiro gênio da família. Mas, no começo, não parecia muito inteligente, não. Quando viu a irmã pela primeira vez, perguntou:



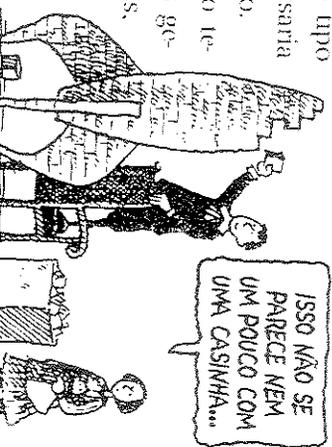
Beto demorou mais que as outras crianças para aprender a falar. Aliás, alguns acham que foi por isso que ele desenvolveu sua prodigiosa imaginação visual, que aplicou aos problemas científicos.

Não há nada de especial para contar sobre a infância do Beto. Ele não ficava decompondo átomos e coisas do gênero; gostava mesmo era de brincar com a irmã, Maria. Mas quando ele tinha uns cinco anos, seu pai, Hermann, lhe deu uma bússola de presente. O Beto ficou fascinado.



Não é esquisito um garoto de cinco anos se interessar por uma bússola? Não seria muito mais divertido perturbar o gato? Só que o Beto não era como a maioria de nós. Quando não entendia uma coisa, ficava transformado e quebrava a cabeça o tempo que fosse necessário para entendê-la. O magnetismo fascinou-o pelo resto da vida, embora o Beto nunca tenha conseguido explicar direito como isso se encaxava no resto do Universo.

Outra razão do interesse do Beto pela ciência foi seu tio Jakob. Tio Jakob era engenheiro, além de sócio do Hermann no comércio de penas de ganso; foi ele que ensinou álgebra e geometria ao Beto, e vivia dando problemas de matemática para o sobrinho se distrair. Nem todo garoto acharia essa brincadeira divertida, mas o tio Jakob era um especialista em fazer tudo parecer um bom passatempo para o menino — e, afinal de contas, eles não podiam assistir tevê, já que ela ainda não tinha sido inventada.* Fosse interesse precoce do Beto pela geometria lhe seria utilíssimo mais tarde, para explicar como a gravidade funciona, e uma das coisas que mais o encantavam nessa ciência é que, nela, as coisas mais fantásticas podem ser provadas por um simples raciocínio lógico — exatamente o tipo de raciocínio que ele usaria para explorar o Universo.



* O Beto contribuiu também para a invenção da televisão (ver p. 152).

Hermann e Pauline eram gente boa. Eram judeus, mas não levavam os costumes judaicos muito a sério. Hermann, em particular, era muito tranquilo. Não esquentou nem mesmo quando, mais tarde, o Beto tomou umas atitudes esquisitas, como recusar a nacionalidade alemã, fazer de tudo para ser expulso da escola e se tornar o maior cientista de todos os tempos. O que o Hermann mais gostava era de ler poesia, passear no campo, comer e beber bem; já a Pauline tinha paixão pela música, especialmente pelo violino (que o Beto também aprendeu a tocar — e tocou pelo resto da vida).

Em certos aspectos, o Hermann talvez fosse um pouco tranquilo demais. Interessava-se muito pela ciência e montou várias companhias de eletricidade, com dinheiro emprestado de parentes ricos, talvez sem antes planejar com o devido cuidado seus empreendimentos. No começo, as companhias iam bem e todo mundo estava satisfeito; mas depois, por um ou outro motivo, todas falharam, e os parentes do Beto não ficaram nada contentes com isso. Principalmente os que tinham posto dinheiro nos negócios.

Mas a culpa não foi só do Hermann. Naquela época, viver na Alemanha não era mole...

Tempos difíceis

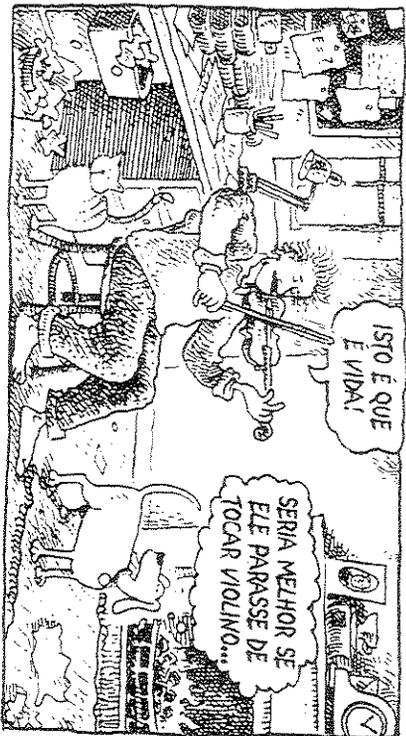
Dirreia do canto de rimar
da parte central da Europa
**NOVO PAÍS, QUE SE CHAMARÁ
ALEMANHA, É FORMADO A PARTIR
DE TREZENTOS PEDACINHOS!**
1871

COMEMORAÇÃO DE CARTÓGRAFOS INTERROMPE O TRÁNSITO

Anexo 6

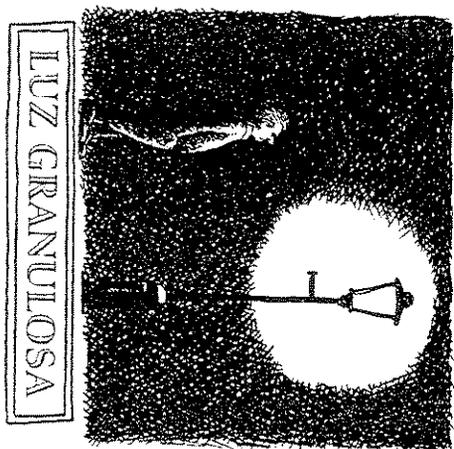
Grupo 1

era ser um pouco rude com as pessoas, para que o ignorassem. E ali trabalhou e viveu feliz, com a mulher Elsa, a secretária Helen Dukas, um cachorro chamado Chico, um gato chamado Tiger e um violino chamado Lina.



Agora que o Abraham tinha o maior cientista em seu Instituto, o único problema era que ele queria que o Beto se dedicasse com exclusividade à ciência — não queria sobrepondo que se metesse com política. Pôs-se então a abrir a correspondência dele e a dizer às pessoas que queriam falar com o Beto to que ele não as receberia. Nem é preciso dizer que o Beto subiu nas tanancas por causa disso. A gota d'água foi quando o Abraham recusou um convite feito pelo presidente americano ao Beto. Iste fez um escândalo daqueles e ameaçou pedir demissão. E foi jantar com o presidente, sim, ora essa! Depois disso, Abraham deixou-o em paz.

Naqueles dias, o Beto vinha tendo uma briga atrás da outra com quase todo mundo, e não era só por abrirem a sua correspondência. A maioria das brigas dizia respeito a uma teoria que ele ajudara a inventar. Para contar essa história direitinho, temos de voltar ao ano de 1905.



Em 1905, o Beto se deu conta de que acabara de inventar uma nova teoria, realmente surpreendente e revolucionária. Tão surpreendente, que lhe garantiu o Prêmio Nobel quase vinte anos depois, tempo que a comunidade científica levou para perceber que a teoria estava certa. Mas essa teoria não tinha nada a ver com a relatividade. Era sobre a luz.

Por dentro da matéria

Átomos, energia, luz e radiação

Átomos são praticamente nada com uma coisa dura no meio. Se um átomo de, digamos, oxigênio fosse do tamanho da Terra, a coisa no meio (chamada núcleo) teria apenas cem metros de fora a fora. O resto do átomo de oxigênio seria vazio, não fossem oito coisinhas minúsculas chamadas elétrons. Se você acerta um raio de luz no átomo, os elétrons dão pinotes e podem até pular para fora do átomo.

Energia é o que você precisa para fazer qualquer coisa: abrir um armário, riscar um fósforo, preparar

um macarrão instantâneo. Calor, som e movimento são formas de energia.

Outra forma de energia é a radiação. A luz é um tipo de radiação, mas há vários outros (ondas de rádio, que você sintoniza para assistir a um episódio de *Jornada nas Estrelas*; raios infravermelhos, que você sente na forma de calor; microondas, com que você prepara pipoca; raios ultravioleta, que bronzeiam sua pele; raios X, que o atravessam, e raios gama, capazes de matá-lo).

Muito tempo antes de o Beto entrar em cena, Isaac Newton sugeriu que a luz se propagava em pequenos grãos. Não demorou muito para acharem que dessa vez o Isaac estava errado e que a luz era uma onda.



A idéia de onda explicava quase todas as coisas que a luz faz. Mas havia um ou outro senão.

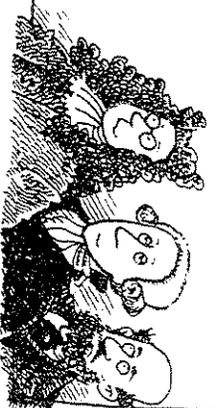
Para início de conversa, considerar a luz uma onda acarretava um problema básico. As ondas sonoras viajam pelo ar; se você tirar o ar, não ouve mais nada, em parte porque morre, mas também porque não haveria nada para ouvir. É o que aconteceria com as ondas do mar se você tirasse o mar. Afinal de contas, uma onda nada mais é que uma vibração, e não dá para ter uma vibração sem algo que vibre. É mais fácil ensinar cobra a marcar gol de letra do que fazer uma onda sonora sem ar.

Logo, se a luz era uma onda, o que causava a ondulação?

Não podia ser o ar, porque é sabido que a luz pode se propagar através de um jarro de vidro cujo ar foi extraído, e de todo modo não há ar entre a Terra e as estrelas, o que não nos impede de enxergá-las à noite se o céu não estiver encoberto. Os cientistas concluíram que a luz devia se propagar em alguma coisa, chamaram essa coisa de éter e tentaram descobrir tudo sobre ele. Descobriram que era invisível, que não tinha peso e que o som não podia se propagar nele. Também não dava para respirá-lo, sentir seu cheiro ou seu gosto. Todos os planetas e todas as estrelas se moviam através dele, como se ele não existisse: ele não reduzia nem um tiquinho a velocidade deles e delas. Afinal, o que os cientistas sabiam ao certo sobre o éter? Alguns séculos depois de inventá-lo, fizeram a...

**LISTA CIENTÍFICA, OFICIAL,
COMPLETA E DETALHADA DE TODAS AS
PROPRIEDADES CONHECIDAS DO ÉTER**

1. Ele possibilita a propagação da luz.
2. Hum...
3. Bem, é isso aí.

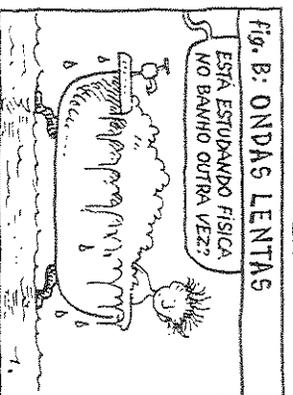
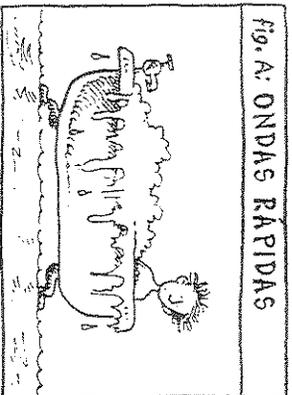


O segundo problema de considerar a luz uma onda era um negócio chamado efeito fotoelétrico. Basicamente, como o pessoal da época do Beto sabia, é simples: a luz brilha num material — estanho, por exemplo — e a energia da luz expulsa dele uns elétrons. Os elétrons dos átomos de estanho são mantidos meio frouxos em seu lugar e basta estimulá-los com um pouquinho de energia para eles escaparem. Essa energia pode ser a da luz. O engraçado é que não é qualquer luz que serve: para certos materiais, como

o titânio e o urânio, a luz vermelha não serve, mas a azul sim. É uma descoberta estranha — é como descobrir que as coisas azuis são sempre mais pesadas que as vermelhas.

Qual a diferença entre a luz vermelha e a luz azul? A única diferença é que as ondas de luz azul são mais curtas que as de luz vermelha. Agora, se uma onda é mais curta, ela é mais potente: se você agitar a mão lentamente na água da banheira, fará ondas longas (como as da luz vermelha), mas se agitar a mão mais vigorosamente, terá ondas mais curtas (como as da luz azul). Agitar sua mão mais rápido requer mais esforço — mais energia: logo, ondas mais curtas significam maior energia. Parece então que temos uma explicação aqui: a luz azul tem mais energia: logo, pode expulsar os elétrons mais facilmente.

Será que isso faz mesmo sentido? Se a banheira estiver cheia e você quiser transmitir à água energia suficiente para que ela escape, agite a mão depressa que uma porção de ondinhas vão transbordar. Se você agitar a mão mais devagar, as ondas d'água também vão transbordar, só que vão demorar mais para enchaurar o chão. A energia leva mais tempo para fazer a coisa, mas faz. Logo, a luz vermelha teria de acabar proporcionando aos elétrons energia suficiente para eles escaparem, o que não aconte-



148

ce nunca. Você pode iluminar o titânio eternamente com uma luz vermelha, que não vai libertar um só elétron. Quando o Beto concentrou seu cérebro brilhante no efeito fotoelétrico, descobriu que esse efeito era como que a contração de objetos em movimento — os efeitos ficaram naturais e evidentes quando ele considerou o Universo de uma maneira mais simples do que aquela sugerida pelo senso comum.

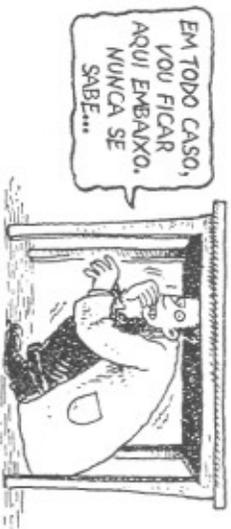
Preto que cor é?

Já circulava na época uma meia explicação, bolada por ninguém menos que o amigo do Beto, o Max Planck. Max tinha tropeçado num problema cabeludo, o chamado problema do corpo negro. Bom, "corpo negro" é um dos nomes mais inadequados da física. Na sua opinião, de que cor são os corpos negros? Pretos? Não, senhor: podem ser vermelhos, amarelos, laranja ou, muitas vezes, brancos. Um "corpo negro" é algo que brilha com todas as cores ao mesmo tempo. A quantidade dessas diferentes cores depende da temperatura. Os corpos negros frios são negros de verdade, mas os quentes emitem um montão de luz vermelha e não muito das outras cores, portanto parecem ser vermelhos. Os bem quentes emitem mais luz laranja e amarela, e os quentíssimos emitem grande quantidade de todas as cores, portanto são brancos.

Há uma porção de corpos negros no Universo, inclusive o Sol e as estrelas. E o legal é que tem uma linda equação que diz quanto de cada cor está presente num corpo negro: essa porção depende da temperatura. A equação é utilíssima, por exemplo, para descobrir quão quentes são as estrelas. Mas *e explicita-la*, alguém podia? Os cientistas tentaram, tentaram, tentaram, até cansar, e não conseguiram. Algumas

149

das suas equações previram que os corpos negros lançariam rajadas de raios mortais — ainda bem que não lançaram!



Max finalmente teve uma idéia. De algum modo estranho, a radiação emitida por um corpo negro se comportava como se fosse gerada por umas coisinhas minúsculas que vibravam no corpo. Essas coisinhas só vibravam em certas velocidades precisas. Max, na verdade, não pensava que existissem coisinhas vibrantes (que ele chamou de osciladores, ou ressonadores, harmônicos), mas descobriu que, supondo que elas existissem, poderia fazer alguns cálculos e chegar à equação que desejava. Brillante. Mas irritante. Max detestava sua própria idéia e gastou um tempo tentando provar que ela estava errada, mas nem ele nem ninguém pôde explicar a radiação dos corpos negros sem as tais coisinhas vibrantes. Max nem percebeu que acabava de inaugurar um novo domínio da ciência, o qual viria a ser chamado teoria dos quanta. Além dele, todo mundo detestava aquela idéia. Quer dizer, quase todo mundo...

Diário perdido do Beto

Abro essa idéia vibrante. Tenho certeza de que as coisinhas vibrantes existem. Aiáás... e se a luz for feita delas!

Esses grãosinhos de energia vibrantes idealizados pelo Beto acabaram sendo batizados de fótons (ele os chamou de quanta de luz). O que chamamos de comprimento de onda da luz nada mais é que uma medida da vibração dos fótons; em outras palavras, é uma medida da energia deles: a luz vermelha é feita de fótons de baixa energia, que vibram lentamente, enquanto a luz azul é feita de fótons de alta energia, que vibram rapidamente. Os fótons são minúsculos: uma estrela atinge seus olhos com centenas deles a cada segundo.

A idéia do Beto era uma tremenda mão na roda:

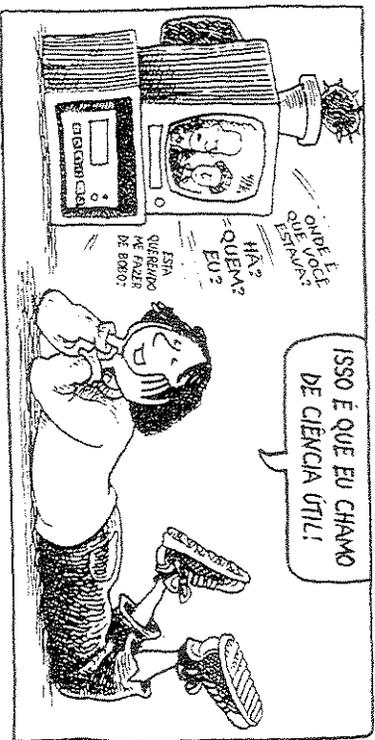
Diário perdido do Beto

Como funciona: o efeito fotoelétrico

Por que, em alguns materiais, os fótons azuis expulsam elétrons, e os vermelhos não? Porque a luz vermelha é feita de grãosinhos de baixa energia. Se um deles atinge um pedaço do material, transfere sua energia para um elétron, mas essa energia não basta para expulsar o elétron, que perde a energia de novo. Mas a luz azul tem grãos de alta energia — cada um deles com energia suficiente para expulsar um elétron.

É como tentar chutar uma bola para fora de uma vala: você pode dar quantos chutinhos quiser, que a bola só vai subir um pouco e rolar para dentro da vala de novo. Mas um só chute forte basta para que ela saia da vala.

Foi essa maneira de considerar a luz que levou à invenção da tevê: pequenos canhões dispararam elétrons num material especial numa tela de televisão, expulsando fótons. E os fótons se juntam num capítulo de novela.



A idéia de uma luz granulosa também significava que não era mais preciso acreditar no tal do éter: se a luz não era apenas uma onda, não necessitava de um meio para se propagar. Ufa, que alívio!

Isaac Newton achava que a luz era granulosa e que não existia o éter; logo, ele teria concordado com o Beto. Até certo ponto: o Beto descobriu que, em alguns aspectos, de fato os grãos se comportavam como ondas. Era mais ou menos como o que ele mostrou sobre o espaço e o tempo: as idéias baseadas no senso comum não fazem sentido quando se aplicam a coisas incomuns — coisas minúsculas (como os elétrons), coisas superpesadas (como os buracos negros) ou coisas rapidísimas (como os mésons m).

Para rematar a teoria do Beto, segundo a qual a luz pode se comportar como pequenos grãos, um cientista francês, Louis de Broglie, sugeriu que os elétrons e outras partículas (que todo mundo sempre imaginou na forma de pequenos grãos) podem se comportar como ondas.

Beto usou suas novas idéias “quânticas” para explicar todo tipo de coisas, como o estranho comportamento dos diamantes em baixas temperaturas. Enquanto isso, um cientista dinamarquês chamado Niels Bohr usou as idéias do Beto para explicar o que acontece nas camadas externas dos átomos, aquelas por onde os elétrons se movem...

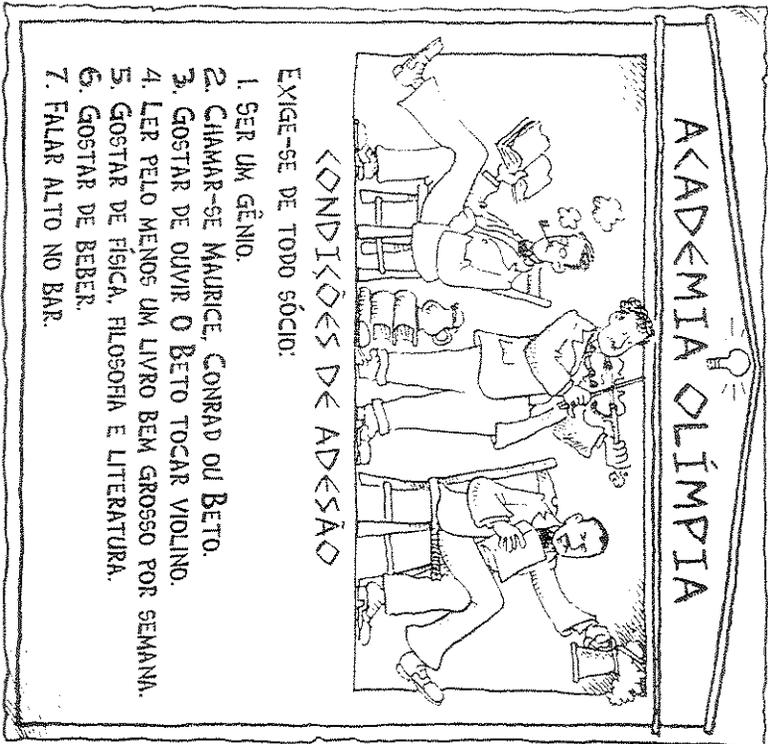
A luz de sódio das ruas é laranja. Se fôssemos capazes de enxergar ínfimas variações de cor, veríamos que esse laranja é bem diferente do laranja de, por exemplo, uma laranja. O laranja de uma laranja comum contém toda sorte de diferentes nuances de laranja, inclusive amarelos e vermelhos, tudo misturado, mas a luz do gás de sódio quente contém apenas duas nuances de laranja, ambas parecidíssimas. Outros gases quentes também são assim: produzem luz de cores certas, precisas. Niels explicou por quê. Aquecer uma coisa significa levar mais energia a essa coisa. Essa energia é absorvida em parte pelos elétrons. Conforme a energia aumenta, eles se afastam do centro do átomo. Mas Niels percebeu que os elétrons não podem ir a qualquer lugar — só podem existir a distâncias determinadas do centro do átomo.

Passado um instante, os elétrons caem de novo. A energia que possuem, eles expõem na forma de luz — um só fóton* por elétron. Como todos os átomos de sódio são iguais, as posições de onde os elétrons caem e para onde voltam também são as mesmas, sendo assim igual a energia dos fótons que eles expõem. A cor de um fóton depende apenas da sua energia: é por isso que o gás quente de sódio é sempre do mesmo tom de laranja.

* Niels não falava em fótons, na época. Como a maior parte dos cientistas, não gostava da idéia de que a luz fosse feita de corpos minúsculos e preferia pensá-la como feita de ondas.

Grupo 2

Um estudante romeno chamado Maurice Solovine respondeu ao anúncio. Ele e o Beto se entenderam bem, e depois que as aulas terminaram, discutiam todo tipo de coisas. Não demorou a juntar-se a eles Conrad Habicht, que estudava matemática para ser professor, e os três tanto se entendiam discutindo ciência, filosofia e outras coisas, que decidiram criar uma sociedade especialmente para isso:



A sociedade mantinha o Beto ocupado quando ele não estava decidindo o Universo nem procurando emprego. Finalmente, o anúncio do emprego no Serviço de Patentes foi publicado e ele se candidatou — e foi contratado.

Era um ótimo trabalho para o Beto: as pessoas bolavam invenções incríveis, ele examinava os fundamentos de cada invenção e via se faziam sentido. Estudar os princípios fundamentais era exatamente o que ele vinha fazendo até então com o Universo.

Diário perdido do Beto

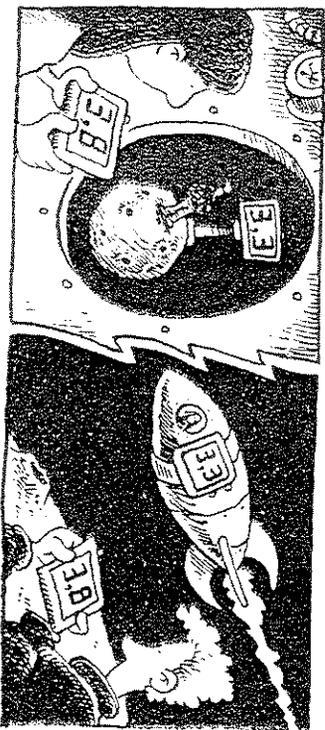
Enfim consegui um bom emprego no Serviço de Patentes: só oito horas por dia, seis dias por semana. Além disso, dou aulas particulares — uma ou duas por dia —, vou às reuniões da Academia Olímpica e faço umas leituras para eles. Assim, tenho tempo de sobra para descobrir o significado do Universo (no momento, estou me dedicando a tempo, partículas luminosas, átomos e estatística). Portanto, o único problema é o que fazer com o meu tempo livre.



Mas nem tudo eram flores para o Beto. Miléva, que agora morava longe dele, na Hungria, com os pais, estava grávida, e a filha dos dois, Lieserl, nasceu lá em 1902, quando Beto estava em Berna. Ele guardou segredo sobre o nascimento, porque tinha medo de que sua família pudesse fazer — ou talvez porque pensasse que perderia o emprego no Serviço de Patentes se soubessem que tivera um filho sem ser casado. Naquele tempo, a idéia de uma criança nascida fora do casamento era tremendamente chocante para

O comprimento do lado inclinado nos dá o tempo que a luz leva para descer no relógio quando este passa por nós na metade da velocidade da luz. Se você medi-lo, verá que tem 3,8 cm de comprimento; logo, a luz tem de levar 3,8 nanossegundos para percorrê-lo.

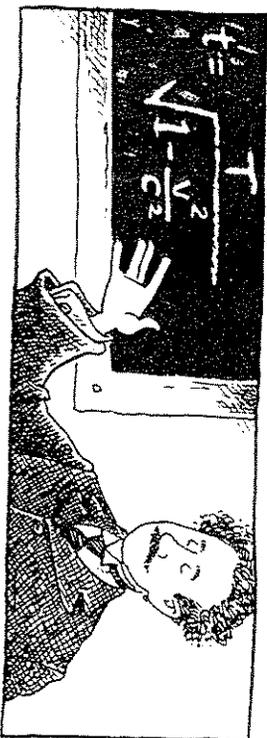
Assim, quando está em repouso, o relógio leva 3,3 nanossegundos para dar cada batida e, quando passa por você na metade da velocidade da luz, leva 3,8 nanossegundos. Logo, se um foguete passa por você na metade da velocidade da luz, você verá passaram a bordo 3,3 nanossegundos (ou 3,3 minutos, ou 3,3 horas), mas o seu relógio medirá 3,8 nanossegundos (ou 3,8 minutos, ou 3,8 horas).



SE VOCÊ FOR UMA PESSOA NERVOSA, NEM OLHE PARA A PÁGINA SEGUINTE

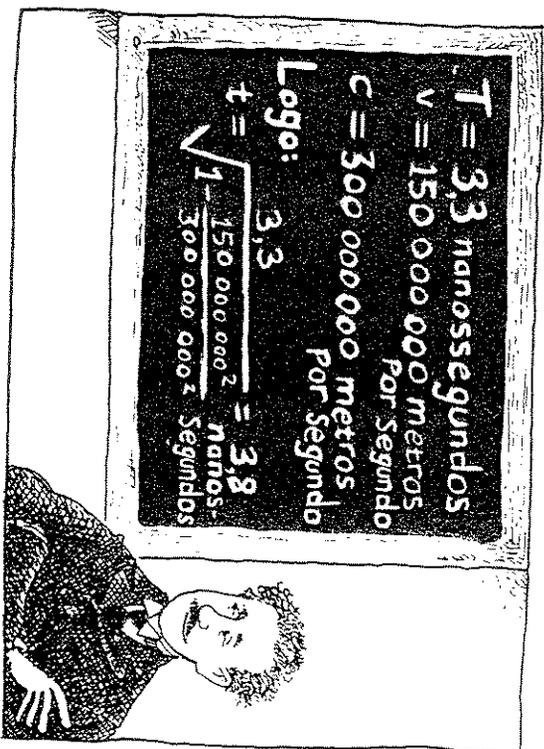
Na página seguinte tem uma coisa que pode deixar você meio borocoxô. É capaz até que você dê um berro de terror. Sim, é uma equação. Sinto dizer que tem inclusive uma raiz quadrada. Se achar melhor não olhar, não se preocupe: ela se limita a pôr em números a idéia do tempo es-pichado que você acaba de enfrentar.

Beto não precisou desenhar um monte de diagramas at-
rorizantes para explicar como o tempo se espicha. Montou
apenas uma equaçõzinha linda de morrer (à qual chegou
usando o Teorema de Pitágoras) para dar a resposta:



Ah! Na fórmula, t = tempo que passa para você, imóvel com
seu relógio; T = tempo que passa no objeto em movimen-
to; v = velocidade do objeto em movimento, e c = veloci-
dade da luz.

Vamos trocar as letras por números, para entender melhor:
Você pode usar essa equação para responder a perguntas
marotas como...



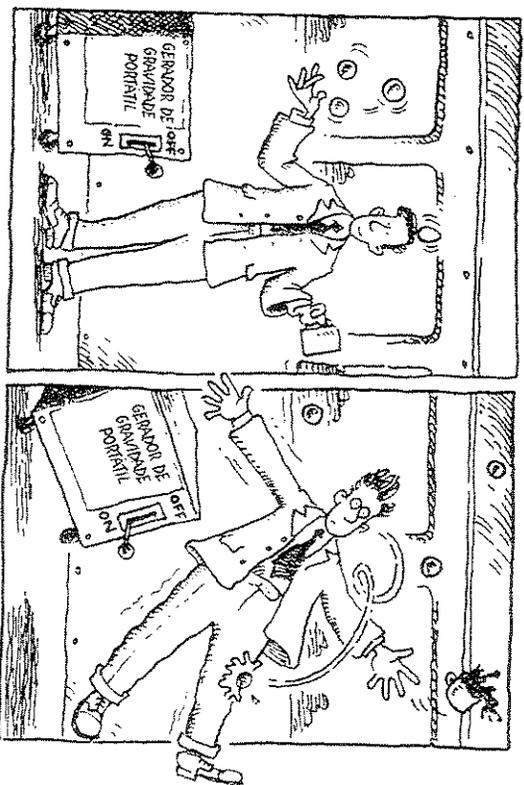
Portanto, o Beto considerou que o que quer que a gravidade pudesse fazer, a aceleração também poderia — e vice-versa. É outra daquelas idéias do gênero “as leis da física são as mesmas, esteja você em movimento ou não”, que parecem tão óbvias que você nem sabe direito o que fazer com elas. Mas o Beto sabia.

NÃO SE APAVOREI

A Relatividade Geral requer um pouquinho de nada de matemática supersimples. Relativamente supersimples. Bem, na verdade, bastante matemática bastante complicada. Tudo bem, tudo bem, um montão de matemática de arrepiar os cabelos, causar pesadelo, deixar você suando gelado de tão complicada. Mas tem uma boa notícia: dá para entender grande parte da Relatividade Geral sem nenhuma matemática: logo, não vai ter nenhuma equação cabeluda a seguir. Só um $(x - y)^2$, e pronto. E como algumas das idéias são meio enroladas, tem um resumo só para você na página 117.

Voltemos ao trem e ao Princípio da Relatividade. O que o Beto tinha de fazer era mostrar que o Princípio funciona não importa o que o trem faça. Em outras palavras, tinha de mostrar que não havia como um passageiro garantir que o trem estava de fato se movendo — mesmo que o trem sacoliasse, virasse, acelerasse, freasse, balançasse, trombasse. Bem, o que ocorre com esses tipos de movimento é que você pode sentir o que está acontecendo. Aquelas sensações de acelerar, frear, desviar não ter comido todos aqueles sanduíches dizem que você está se movendo. (De agora em

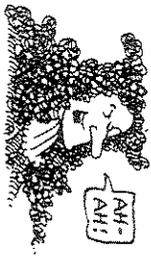
diante, vamos classificar todos esses tipos de movimento no item “aceleração”). Para o Princípio da Relatividade funcionar na aceleração, o Beto tinha de mostrar que uma outra coisa podia causar essas sensações. E agora ele já sabia o que era, graças ao tal pensamento mais feliz da sua vida. Essa outra coisa era a gravidade.



Como o Beto podia enfrentar a gravidade e a aceleração? Se a gravidade podia fazer tudo o que a aceleração podia fazer, então um relógio de luz tinha de se comportar do mesmo modo tanto num local qualquer na superfície da Terra como num que subisse acelerando muito. E o que a luz faz num local em aceleração? Ela faz uma curva, como outra experiência em pensamento mostra:

Imagine um casal de superatletas. Quincas e Aninha, acostumados a correr quase na velocidade da luz. Aninha tem um laser poderoso, montado num tripé, de tão pesado. Quincas tem três gelatinas tamanho-família tremelcando no prato.

mas respostas que as do Isaac, porque, para o mundo a que estamos acostumados, o Isaac estava pra lá de quase certo!



É que as equações do Isaac só falharam num caso: o movimento do planeta Mercúrio. O Beto tinha de explicar tudo tão bem quanto o Isaac — e seria melhor ainda se também pudesse explicar o movimento de Mercúrio.

Pelo menos o Beto sabia como checar as respostas que as suas equações do espaço-tempo davam, mas como podia saber que tipo de equação experimentar primeiro?

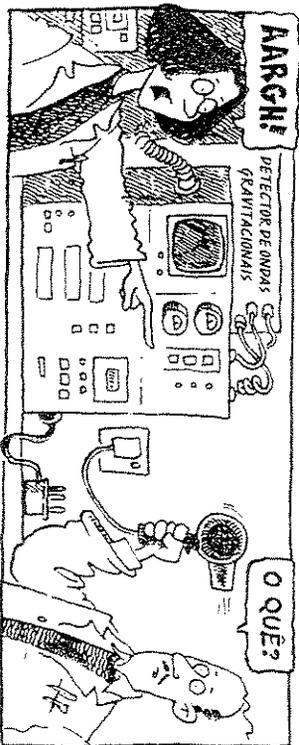
Foi aí que apareceu a idéia de “Deus”. O Beto disse com seus boões que “Deus” teria escolhido as equações mais simples, então tentou as mais simples — e elas funcionaram! As respostas que obteve batiam com as previsões do Isaac e também explicavam o movimento de Mercúrio. Tem um senão: as equações que o Beto teve de escolher pareciam todas ao mundo do pesadelo matemático, e até a mais simples delas deixaria a maioria das pessoas com um humor de cão. Mas não tem importância. Naqueles dias o Beto estava todo feliz. Era seu maior triunfo, provavelmente o maior triunfo de qualquer cientista de qualquer época. Ele havia formulado as equações que descrevem o movimento, a gravidade, o tempo, o espaço e a energia em termos do espaço-tempo curvo. Não demoraria a descobrir que elas podiam explicar o próprio Universo.

Com a Relatividade Geral, o Beto também podia explicar o estranho fato de que, de acordo com a lei do Isaac, a gravidade não demora nada para percorrer o espaço — o que equivale a dizer que ela o percorre numa velocidade infinitamen-

te rápida. Mas o Beto sempre disse que nada podia andar mais depressa que a luz! O que a Relatividade Geral lhe mostrou é que a gravidade viaja na velocidade da luz — em ondas.

Embora a maioria dos cientistas acredite hoje em dia nas ondas gravitacionais e tenham sido construídos imensos detectores para detectá-las, até agora ninguém detectou nenhuma. Em 1987, uma baixa estrela da galáxia aqui ao lado fez BUUMMMMMMMMM!!!!

Teria sido um acontecimento sob medida para os detectores de ondas gravitacionais medirem, mas, veja só, os três que havia no mundo estavam desligados!



A Relatividade Geral é um tema vasto e complexo, e ainda se está trabalhando nela. Mas toda ela se baseia nas regras que o Beto estabeleceu.

DIVIRTA-SE!

AS INCRÍVEIS TEORIAS DE BETO EINSTEIN: A RELATIVIDADE GERAL

1 A Relatividade Especial só pôde mostrar que não dá para saber se você está se movendo uniformemente. O Beto queria mostrar que você não pode nem mesmo ter certeza de que está acelerando. Além disso, a lei da gravidade não batia direito com a Relatividade Especial.

Grupo 3



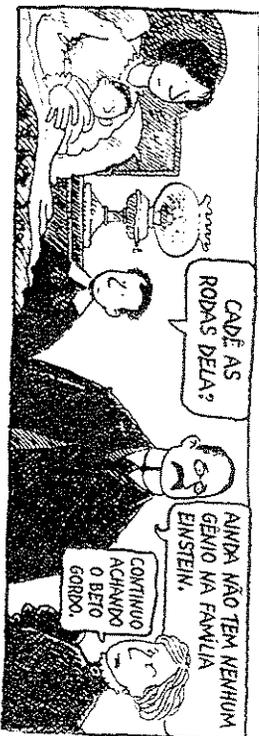
O MONSTRINHO

Certidão de Nascimento	
NOME:	Albert Einstein
DATA DE NASCIMENTO:	14 de março de 1879, às 11h30
LOCAL DE NASCIMENTO:	Rua da Estação, 131, Ulm, Alemanha
PAI:	Hermann Einstein, comerciante de penas de ganso
MÃE:	Pauline Einstein (Pauline Koch quando solteira)
OBSERVAÇÃO DO MÉDICO:	O bebê tem uma cabeça esquisita, mas não é um monstro, apesar do que diz sua mãe.

Quando o Beto nasceu, nem todo mundo se entusiasmou muito com a aparência...



Beto era o primeiro gênio da família. Mas, no começo, não parecia muito inteligente, não. Quando viu a irmã pela primeira vez, perguntou:



Beto demorou mais que as outras crianças para aprender a falar. Aliás, alguns acham que foi por isso que ele desenvolveu sua prodigiosa imaginação visual, que aplicou aos problemas científicos.

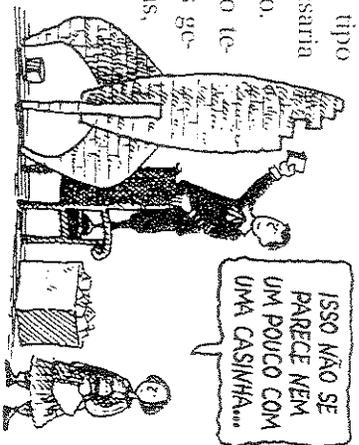
Não há nada de especial para contar sobre a infância do Beto. Ele não ficava decompondo átomos e coisas do gênero: gostava mesmo era de brincar com a irmã, Maia. Mas quando ele tinha uns cinco anos, seu pai, Hermann, lhe deu uma bússola de presente. O Beto ficou fascinado.



Não é esquisito um garoto de cinco anos se interessar por uma bússola? Não seria muito mais divertido perturbar o gato? Só que o Beto não era como a maioria de nós. Quando não entendia uma coisa, ficava transtornado e quebrava a cabeça o tempo que fosse necessário para entendê-la. O magnetismo fascinou-o pelo resto da vida, embora o Beto nunca tenha conseguido explicar direito como isso se encaxava no resto do Universo.

Outra razão do interesse do Beto pela ciência foi seu tio Jakob. Tio Jakob era engenheiro, além de sócio do Hermann no comércio de penas de ganso: foi ele que ensinou álgebra e geometria ao Beto, e vivia dando problemas de matemática para o sobrinho se distrair. Nem todo garoto acharia essa brincadeira divertida, mas o tio Jakob era um especialista em fazer tudo parecer um bom passatempo para o menino — e, afinal de contas, eles não podiam assistir tevê, já que ela ainda não tinha sido inventada.* Esse interesse precoce do Beto pela geometria lhe seria utilíssimo mais tarde, para explicar como a gravidade funciona, e uma das coisas que mais o encantavam nessa ciência é que, nela, as coisas mais fantásticas podem ser provadas por um simples raciocínio lógico — exatamente o tipo de raciocínio que ele usaria para explorar o Universo.

É possível que o Beto tenha tido algumas ideias geométricas quando criança, mas, se teve, ninguém as contou: logo, nunca poderemos saber quais foram.



* O Beto contribuiu também para a invenção da televisão (ver p. 152).

Hermann e Pauline eram gente boa. Eram judeus, mas não levavam os costumes judaicos muito a sério. Hermann, em particular, era muito tranqüilo. Não esquentou nem mesmo quando, mais tarde, o Beto tomou umas atitudes esquisitas, como recusar a nacionalidade alemã, fazer de tudo para ser expulso da escola e se tornar o maior cientista de todos os tempos. O que o Hermann mais gostava era de ler poesia, passear no campo, comer e beber bem; já a Pauline tinha paixão pela música, especialmente pelo violino (que o Beto também aprendeu a tocar — e tocou pelo resto da vida).

Em certos aspectos, o Hermann talvez fosse um pouco tranqüilo demais. Interessava-se muito pela ciência e montou várias companhias de eletricidade, com dinheiro emprestado de parentes ricos, talvez sem antes planejar com o devido cuidado seus empreendimentos. No começo, as companhias iam bem e todo mundo estava satisfeito; mas depois, por um ou outro motivo, todas faliram, e os parentes do Beto não ficaram nada contentes com isso. Principalmente os que tinham posto dinheiro nos negócios.

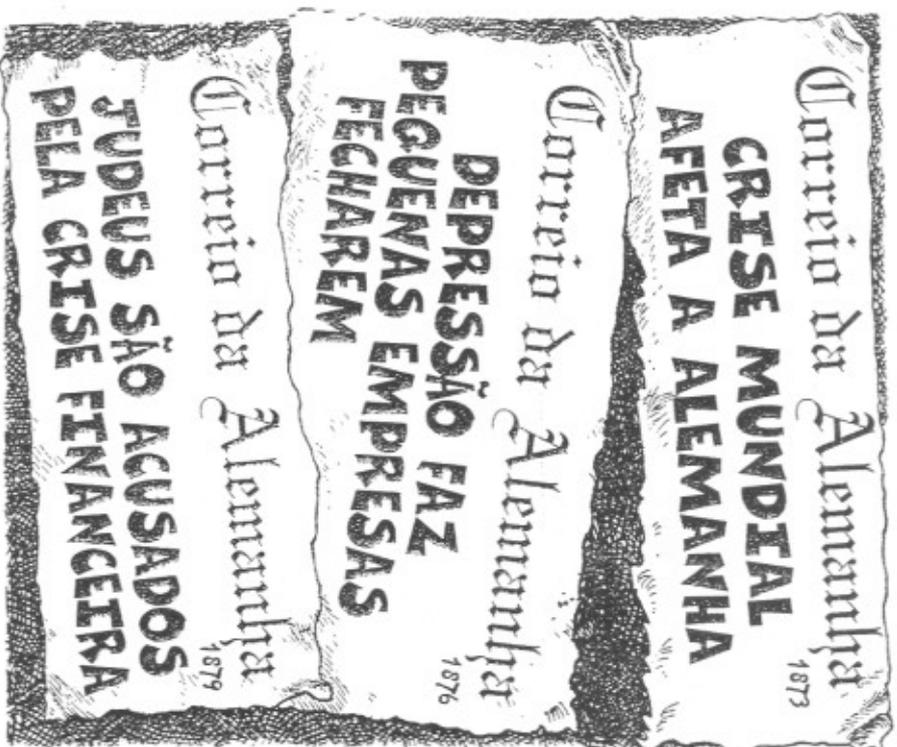
Mas a culpa não foi só do Hermann. Naquela época, viver na Alemanha não era mole...

Tempos difíceis

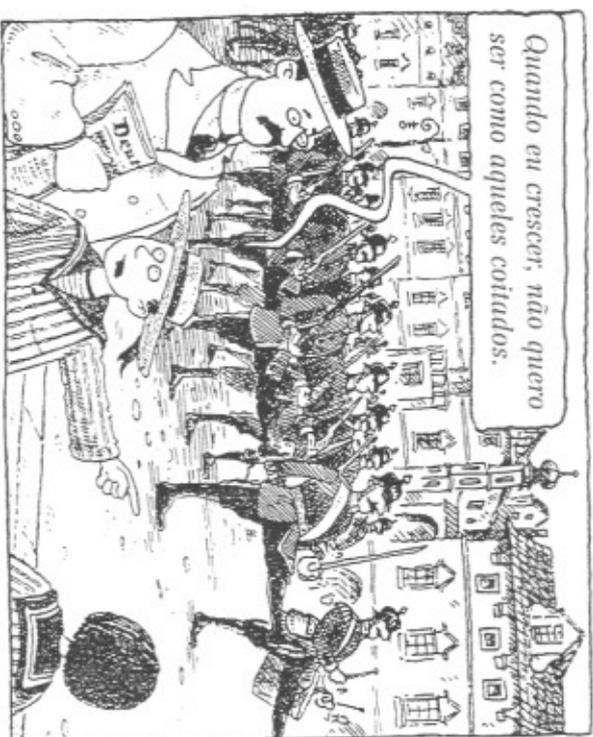
Dirreia da carta de cima da parte central da Alemanha, que se chamará **NOVO PAÍS, QUE SE CHAMARÁ ALEMANHA, É FORMADO A PARTIR DE TREZENTOS PEDACINHOS!**

1871

CELEBRAÇÃO DE CARTÓGRAFOS INTERROMPE O TRÂNSITO

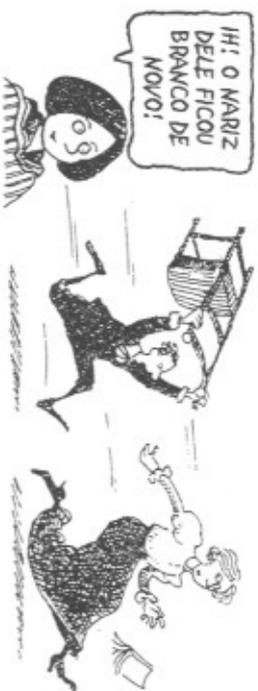


A Alemanha estava ficando cada vez mais belicosa. Todos os homens tinham de prestar serviço militar por dois anos. Estado investia pesado na fabricação de armamentos, os políticos e até os motoristas de táxi usavam uniformes militares, e o Parlamento aprovava leis proibindo as pessoas de se queixarem disso tudo. Beto não gostava nada das coisas militares. Um dia, ao ver uns soldados passarem marchando, virou-se para papai Hermann e disse:



Mas a vida inteira ele teria de lidar com todo tipo de oficiais e de instituições militares. A começar pela escola. Foi isso mesmo que você leu: pela escola. E você achava que a sua era um horror...

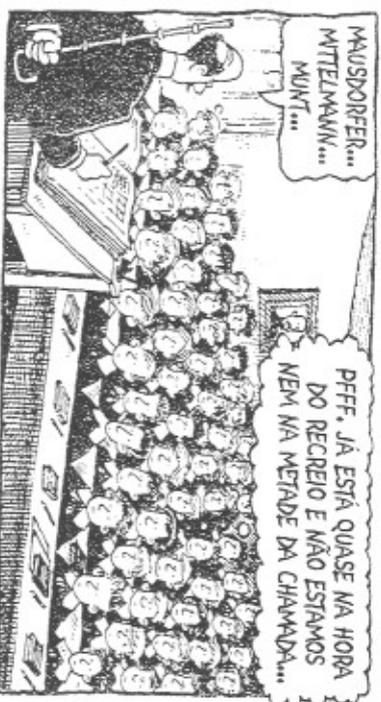
Não é que o Beto fosse tão sossegado assim naquela época: ao contrário, tinha um temperamento do cão e, quando ficava com raiva, seu nariz ficava branco. Quando tinha cinco anos, seus pais lhe arranjaram uma simpática professora, mas mesmo naquela tenra idade o Beto manifestava claramente seus sentimentos...



A coitada da professora teve de se demitir, apesar de não ter feito nada de errado. O problema era que o Beto não gostava que ninguém lhe afirmasse uma coisa supondo que ele a engoliria assim mastigadinha. Ele gostava de descobrir tudo por conta própria. Ainda bem, senão nunca teria se tornado um morto de fama.

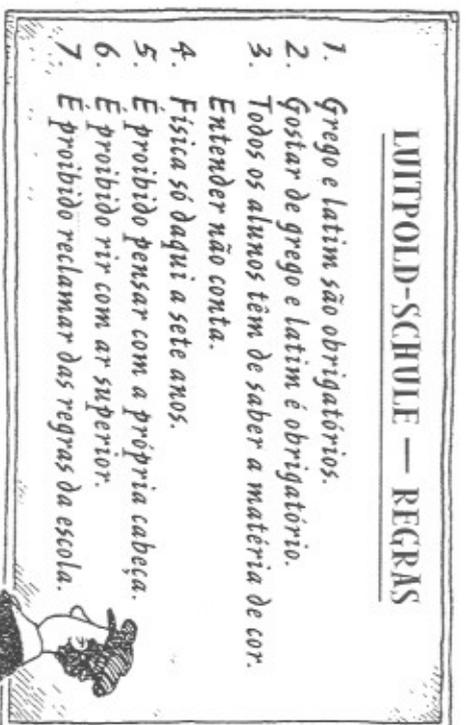
Escolas de soldados

A primeira escola do Beto chamava-se St.-Peter-Schule. Ele estava com nove anos quando entrou lá. Na escola havia mais de 2 mil alunos, setenta na classe do Beto. As aulas eram assim: o professor mandava os alunos repetirem uma coisa milhões de vezes, até todos sabermem a coisa de cor, e para despertar o interesse deles pela matéria, lascava-lhes bengaladas nos nós dos dedos.

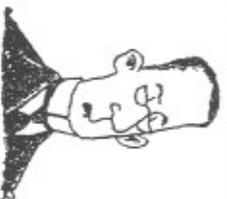


Os professores faziam o possível para que a escola fosse como um quartel do exército, e o Beto odiava isso. Ele era obediente, não fazia bagunça e tirava boas notas em quase tudo, mas não era feliz. Não demorou muito para que se isolasse da turma e se tornasse um solitário, o que seria pelo resto da vida.

Após alguns anos nessa sua primeira escola, ele foi para outra, chamada Luitpold, que também odiou.



Coitada do Beto. Ele não gostava nem de grego nem de latim. Gostava era de física: será que ia ter mesmo de esperar mais sete anos para aprendê-la? Desse jeito, nunca ia ser um físico famoso de morrer. Seus professores, claro, não estavam nem aí para o que ele pudesse ser na vida. Tanto que, quando Hermann perguntou ao professor do Beto que carreira o filho devia escolher, ele disse:



Tanto faz. Ele nunca vai ser ninguém mesmo.

O fato de ser judeu traria uma porção de problemas ao Beto mais tarde, mas naquela época serviu-lhe bastante, porque as famílias judias tinham a bela tradição de toda semana convidar um estudante judeu para jantar. Hermann e Pauline não levavam as tradições judaicas muito a sério, mas eram gente boa, de modo que toda quinta-feira recebiam um estudante de medicina chamado Max Talmud. Max tinha

Grupo 4

va, o Princípio não se aplica e o walkman vai cair em outro lugar. Se o trem estiver dando uma freçada das brabas, o walkman pode até ir se arrebentar na parede à sua frente. Nos próximos capítulos, vamos falar de trens muito certinhos, que andam em linha absolutamente reta, sem dar so-lavancos nem mudar de velocidade. Vamos chamar esse movimento de movimento uniforme, para simplificar as coisas.

O Princípio da Relatividade parece meio chato, como alguém que diz: "Se você comer esse chocolate inteiro, vai ficar com dor de barriga". É tão óbvio, é irritante. Mas quando o Beto começou a entender o que o Princípio significava de fato, ele foi chegando a algumas conclusões bem curiosas sobre o tempo.

O mistério do movimento

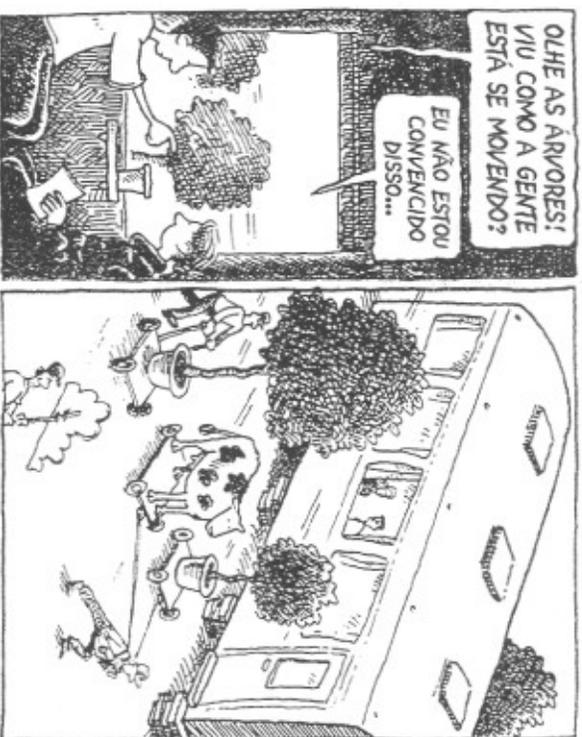
O Princípio pode ser enunciado de uma maneira diferente: se as leis da natureza não são afetadas pelo movimento, tampouco o serão experimentos, máquinas, medidas ou observações. Em outras palavras, não há como dizer se você está se movendo ou não. Logo...

O PRINCÍPIO DA RELATIVIDADE

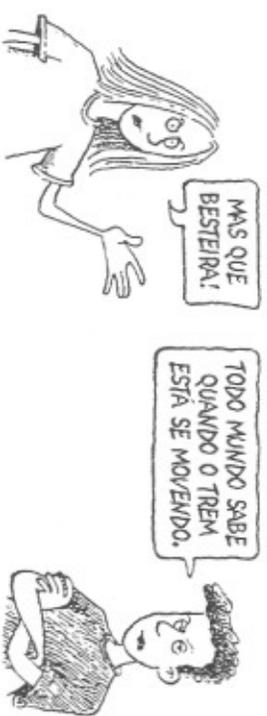
NENHUMA MEDIDA PODE SER FEITA DE MODO A PERMITIR SABER SE VOCÊ ESTÁ PARADO OU MOVENDO-SE UNIFORMEMENTE

Isso parece meio esquisito: afinal, todo mundo sabe quando está se movendo! Ou não sabe?

Você está num trem: como pode convencer um amigo do contra de que o trem está em movimento?

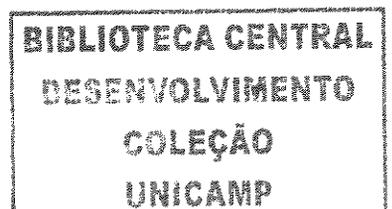


Você também não o convenceria se deixasse cair o walkman ou qualquer outra coisa, nem se fizesse qualquer outro experimento: não há como afirmar a diferença entre o movimento uniforme e a imobilidade.



Será mesmo? As pessoas sabem que o trem ou qualquer outra coisa está se movendo *em relação à Terra*; mas será que você é capaz de *provar* que é o trem que de fato está se movendo, e não a Terra? É o mesmo problema que apareceu na página 24: como você pode saber se está em repouso absoluto ou não?

Grupo 5





Beto era o primeiro gênio da família. Mas, no começo, não parecia muito inteligente. Não. Quando viu a irmã pela primeira vez, perguntou:



Beto demorou mais que as outras crianças para aprender a falar. Aliás, alguns acham que foi por isso que ele desenvolveu sua prodigiosa imaginação visual, que aplicou aos problemas científicos.

Não há nada de especial para contar sobre a infância do Beto. Ele não ficava decompondo átomos e coisas do gênero: gostava mesmo era de brincar com a irmã, Maja. Mas quando ele tinha uns cinco anos, seu pai, Hermann, lhe deu uma bússola de presente. O Beto ficou fascinado.



O MONSTRINHO

Certidão de Nascimento

NOME: *Albert Einstein*

DATA DE NASCIMENTO: *14 de março de 1879, às 11h30*

LOCAL DE NASCIMENTO: *Rua da Estação, 135, Ulm, Alemanha*

PAI: *Hermann Einstein, comerciante de penas de ganso*

MÃE: *Pauline Einstein (Pauline Koch quando solteira)*

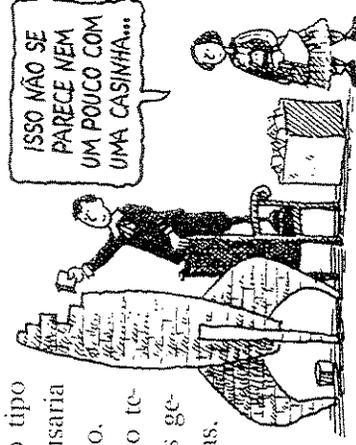
OBSERVAÇÃO DO MÉDICO: *O bebê tem uma cabeça esquisita, mas não é um monstro, apesar do que diz sua mãe.*

Quando o Beto nasceu, nem todo mundo se entusiasmou muito com a sua aparência...

Não é esquisito um garoto de cinco anos se interessar por uma bússola? Não seria muito mais divertido perturbar o gato? Só que o Beto não era como a maioria de nós. Quando não entendia uma coisa, ficava transtornado e quebrava a cabeça o tempo que fosse necessário para entendê-la. O magnetismo fascinou-o pelo resto da vida, embora o Beto nunca tenha conseguido explicar direito como isso se encaixava no resto do Universo.

Outra razão do interesse do Beto pela ciência foi seu tio Jakob. Tio Jakob era engenheiro, além de sócio do Hermann no comércio de penas de ganso; foi ele que ensinou álgebra e geometria ao Beto, e vivia dando problemas de matemática para o sobrinho se distrair. Nem todo garoto acharia essa brincadeira divertida, mas o tio Jakob era um especialista em fazer tudo parecer um bom passatempo para o menino — e, afinal de contas, eles não podiam assistir tevê, já que ela ainda não tinha sido inventada.* Esse interesse precoce do Beto pela geometria lhe seria utilíssimo mais tarde, para explicar como a gravidade funciona, e uma das coisas que mais o encantavam nessa ciência é que, nela, as coisas mais fantásticas podem ser provadas por um simples raciocínio lógico — exatamente o tipo de raciocínio que ele usaria para explorar o Universo.

É possível que o Beto tenha tido algumas idéias geniais quando criança, mas, se teve, ninguém as contou; logo, nunca poderemos saber quais foram.



* O Beto contribuiu também para a invenção da televisão (ver p. 152).

Hermann e Pauline eram gente boa. Eram judeus, mas não levavam os costumes judaicos muito a sério. Hermann, em particular, era muito tranqüilo. Não esquentou nem mesmo quando, mais tarde, o Beto tomou umas atitudes esquisitas, como recusar a nacionalidade alemã, fazer de tudo para ser expulso da escola e se tornar o maior cientista de todos-os tempos. O que o Hermann mais gostava era de ler poesia, passear no campo, comer e beber bem; já a Pauline tinha paixão pela música, especialmente pelo violino (que o Beto também aprendeu a tocar — e tocou pelo resto da vida).

Em certos aspectos, o Hermann talvez fosse um pouco tranqüilo demais. Interessava-se muito pela ciência e montou várias companhias de eletricidade, com dinheiro emprestado de parentes ricos, talvez sem antes planejar com o devido cuidado seus empreendimentos. No começo, as companhias iam bem e todo mundo estava satisfeito; mas depois, por um ou outro motivo, todas faliram, e os parentes do Beto não ficaram nada contentes com isso. Principalmente os que tinham posto dinheiro nos negócios.

Mas a culpa não foi só do Hermann. Naquela época, viver na Alemanha não era mole...

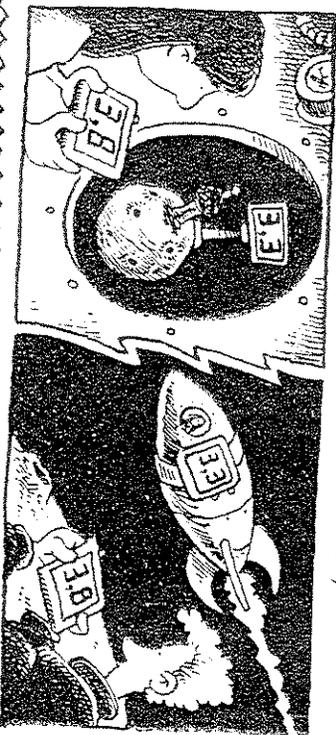
Tempos difíceis

**Correio do canto de rima
da parte central da Europa ¹⁸⁷¹**
**NOVO PAÍS, QUE SE CHAMARÁ
ALEMANHA, É FORMADO A PARTIR
DE TREZENTOS PEDACINHOS!**

COMEMORAÇÃO DE CARTÓGRAFOS INTERROMPE O TRÂNSITO

O comprimento do lado inclinado nos dá o tempo que a luz leva para descer no relógio quando este passa por nós na metade da velocidade da luz. Se você medi-lo, verá que tem 3,8 cm de comprimento: logo, a luz tem de levar 3,8 nanossegundos para percorrê-lo.

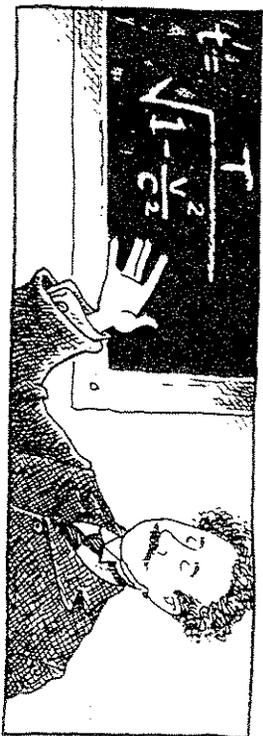
Assim, quando está em repouso, o relógio leva 3,3 nanossegundos para dar cada batida c , quando passa por você na metade da velocidade da luz, leva 3,8 nanossegundos. Logo, se um foguete passa por você na metade da velocidade da luz, você verá passar a bordo 3,3 nanossegundos (ou 3,3 minutos, ou 3,3 horas), mas o seu relógio medirá 3,8 nanossegundos (ou 3,8 minutos, ou 3,8 horas).



SE VOCÊ FOR UMA PESSOA NERVOSA, NEM OLHE PARA A PÁGINA SEGUINTE.

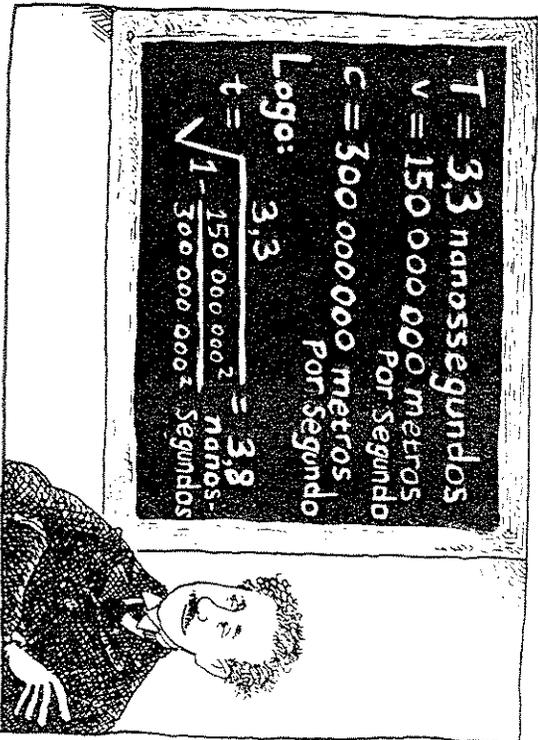
Na página seguinte tem uma coisa que pode deixar você meio borocoxô. É capaz até que você dê um berro de terror. Sim, é uma equação. Sinto dizer que tem inclusive uma raiz quadrada. Se achar melhor não olhar, não se preocupe: ela se limita a pôr em números a idéia do tempo es-pichado que você acaba de enfrentar.

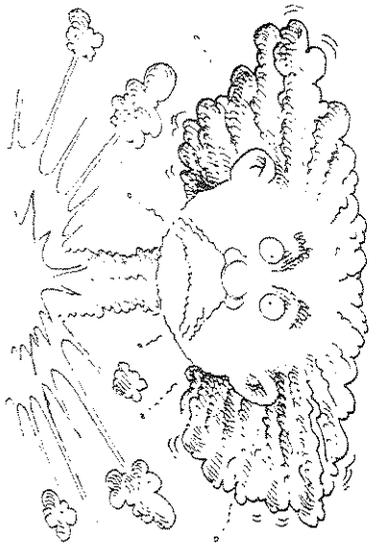
Beto não precisou desenhar um monte de diagramas aterrizantes para explicar como o tempo se espicha. Montou apenas uma equaçãozinha linda de morrer (à qual chegou usando o Teorema de Pitágoras) para dar a resposta:



Ah! Na fórmula, t = tempo que passa para você, imóvel com seu relógio; T = tempo que passa no objeto em movimento; v = velocidade do objeto em movimento. c = velocidade da luz.

Vamos trocar as letras por números, para entender melhor: Você pode usar essa equação para responder a perguntas matrotas como...





Não fazia muito tempo que Beto e Elsa estavam nos Estados Unidos quando ela adoeceu. Foi uma época terrível para o Beto. Ele fez tudo o que podia pela mulher, mas, após vários meses de tratamento, ela morreu na casa onde moravam, em Princeton.

As notícias provenientes da Alemanha também eram deprimentes.

TRIBUNA DO UNIVERSO

10 de novembro de 1938

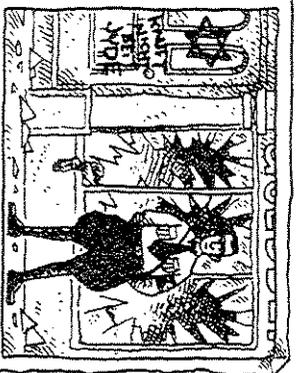
PERSEGUIÇÃO AOS JUDEUS

Na noite passada, os nazistas detiveram mais de 30 mil judeus na Alemanha. Sete mil lojas judaicas foram destruídas, a maioria das sinagogas incendiadas, noventa

judeus assassinados e centenas de outros espancados.

É mais um na série de atos anti-semitas patrocinados pelo governo nazista: em 1933 os judeus foram

proibidos de exercer a medicina, advogar e lecionar. Em 1935, tiveram a cidadania alemã cassada e, nesse mesmo ano, foram proibidos de entrar em muitos cinemas e teatros — e até de sentar nos bancos de vários parques.



Beto ajudou muitas pessoas a escapar dessa perseguição, emprestando-lhes ou dando-lhes dinheiro para fugir e escrevendo cartas para arranjar-lhes permissão de imigrar para os Estados Unidos. Quando seu dinheiro acabou e aumentou o número de pessoas que tentavam escapar, ele tratou de envolver mais gente nessa ajuda.

Beto estava convencido de que a única maneira de solucionar efetivamente problemas como aquele era pôr fim aos Estados nacionais e ter um governo mundial único, com forças armadas destinadas exclusivamente a manter a paz. Mas o governo dos Estados Unidos não queria que o Estado americano acabasse, e seu serviço nacional de investigação, o FBI, ficou de olho no Beto, que por sua vez ficou com uma ficha do tamanho de um bone de nos arquivos da instituição.

Em 1939, sua irmã, Maia, foi morar com ele. O Beto era agora um sessentão e precisava de alguém para cuidar dele: estava ficando desligado demais. Contam que um dia ele se perdeu e esqueceu o número do telefone de casa — e não

