

# AVENTURA E ENSINO DE FÍSICA

Roberto A. Pimentel Jr.\*

## Resumo

O ensino e o aprendizado de física, bem como das outras ciências naturais, leva os professores e estudantes destas disciplinas a enfrentar uma série de dificuldades em sua relação pedagógica. Na opinião do autor, a mais profunda delas diz respeito ao pouco prazer experimentado tanto por docentes quanto por discentes no processo. O presente artigo objetiva não apenas resgatar a discussão da questão, mas também oferecer um exemplo de estratégia de superação do problema sob a perspectiva do Núcleo de Atividades em Física do CAP-UFRJ e suas “Aventuras Científicas”.

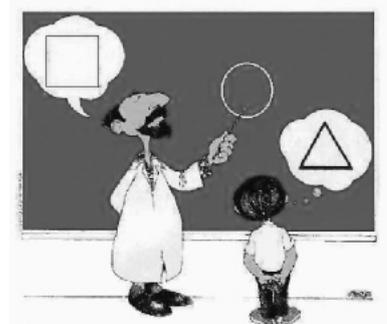
**Palavras-chave:** Física. Ensino. Aprendizado. Atividades não-convencionais. Aventura.

## INTRODUÇÃO, OU POR UMA VIDA PROFISSIONAL MENOS ORDINÁRIA

O cartum abaixo (Fig. 1) supostamente evidencia um dos maiores problemas do ensino, qual seja, os inevitáveis “erros de tradução” no processo que tem origem no objeto do ensino, perpassa a ação docente e chega a seu fim com o aprendizado por parte do aluno. Embora de fato muito importante, a solução desta questão está há muito equacionada pelo processo de avaliação, que, incorporado à cadeia acima descrita, deveria levar a mecanismos de correção da comunicação entre professor e aluno, indo em direção a um aprendizado consistente – isto é, que aproxima justamente o objeto do ensino daquilo que o aluno efetivamente aprende através da intermediação do professor. As circunstâncias que impedem este processo de acontecer de forma ideal são bastante conhecidas: má formação docente, turmas superlotadas, etc. As ações que evitariam estas circunstâncias também são quase auto-evidentes, o que, no entanto, não as torna fáceis de serem concretizadas. Elas envolvem desde questões de política educacional até questões vocacionais e mercadológicas. Seria preciso uma combinação de contingências favoráveis e vontade política para que todas elas fossem sanadas num prazo curto.

Ainda que toda esta discussão seja muito importante, no cotidiano de sala de aula ela escapa às possibilidades de ação do professor, que, sendo obrigado a improvisar, tende a se sentir impotente e, via de regra, é levado, ao longo dos anos, a uma atitude de ceticismo e cinismo que se traduz em acreditar não apenas que não há nada que *ele* possa fazer para mudar o estado de coisas, mas que também não há nada que *ninguém* possa fazer para mudar o estado de coisas.

Há, no entanto, um fator que impede o processo de ensino-aprendizagem de uma forma tão primária que merece que o consideremos como uma categoria de problema à parte, e cuja solução de fato, obrigatoriamente, tem que preceder



**Figura 1** – Um dos problemas do processo de ensino-aprendizagem.

\* Mestre em Física e professor de Física do Colégio de Aplicação da UFRJ (beto@if.ufrj.br).

o ataque aos outros problemas conhecidos. Trata-se do entendimento do processo de ensino-aprendizagem como um processo de *volição*, isto é, como algo subordinado à *vontade*. Traduzindo num aforismo: *só aprende quem quer aprender*. É chocante o contraste entre o quanto isto parece um fato óbvio e o quanto as propostas didáticas dos professores parecem não o levar em conta. Note-se que não estou falando de ensinar o que o aluno quer aprender. Do ponto de vista do aluno, estou dizendo que ele só conseguirá aprender algo se tiver o *desejo* de aprendê-lo. Evidentemente, este desejo pode ser motivado por diversos fatores, desde simples coerção até às mais nobres aspirações por um conhecimento com fim em si mesmo.

Olhando agora pelo outro lado, quero defender que o entendimento do processo de ensino-aprendizagem como um processo de volição vale também para o professor: *só ensina quem quer ensinar*. Novamente entra em jogo o desejo, agora do professor, que, de forma análoga ao do aluno, pode ter um conjunto grande de fatores motivadores, dos mais pueris e concretos, como pagar o aluguel, aos mais sublimes e abstratos, como melhorar a sociedade.

Retornando ao cartum, podemos dizer que, embora ele evidencie um problema, ele também esconde outro. No cartum, professor e aluno “*estão na mesma conversa*”. Isto está muito longe de acontecer automaticamente. Diria mesmo que boa parte dos esforços didáticos dos professores são consumidos justamente buscando-se chegar a esta situação. De uma maneira geral, as preocupações, atitudes para com o objeto de ensino (ou aprendizado) e estados de espírito da maioria dos alunos não estão sincronizados com os do professor. Este descompasso exige da maioria dos professores uma fantástica ginástica pedagógica para alcançar seus objetivos *a cada aula*, e o número de fracassos, infelizmente, tende a suplantar em muito o número de sucessos.

Acreditando-se no que eu disse sobre o processo de ensino-aprendizagem ser um processo de volição, a consequência lógica é concluir que as primeiras duas questões a serem respondidas por parte do professor, ao se dar início ao processo de ensino-aprendizagem são:

1 O que quer meu aluno?

2 O que eu quero?

Estas duas perguntas rapidamente se multiplicarão em diversas outras, mas peço licença para me deter nas duas mais demoradamente, porque acho que passamos, às vezes, rápido demais para questões práticas.

Penso que o motor de toda ação humana é a busca da felicidade. Acredito, portanto, que a resposta às duas perguntas é única: tanto eu quanto meu aluno queremos *aquilo que nos dá prazer*, ou, pelo menos, *nos livra do sofrimento*. Mas, aquilo que dá prazer *ao meu aluno* pode ser igual àquilo que *me dá prazer* como professor?

Felizmente, a resposta a esta nova questão, espero poder mostrar até o final deste texto, é um inequívoco “*SIM!*”! Excetuadas situações patológicas, nós, seres humanos, compartilhamos diversos prazeres fundamentais que são independentes de fatores como idade, gênero, condição social, etc. Por exemplo, o prazer pelo *lúdico*. Ou o prazer de *explorar* e descobrir coisas novas. Ou o prazer de *descobrir padrões*. Ou o prazer de *interagir* com outros seres humanos. E assim por diante. Em geral, o prazer de *ensinar* está intimamente relacionado ao prazer que sentimos quando *aprendemos*, e a memória de um reforça o outro.

Se isso for verdade, passamos a ter um antídoto contra a tendência ao ceticismo e ao cinismo. Porém, isso nos obriga a encarar nosso desejo *tête-à-tête*, o que nem sempre é fácil, porque nos despe de todas as fantasias com que disfarçamos nossos medos e angústias, e nos leva a refletir sobre o que de fato nos faz felizes com nossa escolha vocacional. Não é incomum descobrirmos que trabalhamos há anos fazendo algo que não nos dá

praticamente nenhum prazer, e é fácil passar a acreditar que isto “é a vida”. Especialmente em nossa cultura, em que o trabalho remunerado parece ter que estar associado a algum sacrifício, desprazer ou culpa. Com o tempo, sequer paramos para pensar no assunto, e tocamos uma vida, pelo menos profissionalmente, ordinária. No entanto, é preciso ser corajoso e ir em frente. E ser corajoso, como já se disse, muito apropriadamente, não é não ter medo: é fazer o que é preciso fazer *apesar* do medo. Retomar o controle do que se quer e buscar o prazer na vida profissional implica arriscar-se a perceber o faz-de-conta, ou talvez arrepende-se de escolhas passadas, quem sabe descobrir-se menor do que se imaginava, mais limitado, mais medroso, mais incapaz. Se isso servisse apenas para a depressão e a inação, seria uma lástima. Felizmente, esta tomada de consciência também é o trampolim para transformação pessoal. Ela pode, *e deve*, ser o começo de uma busca pela excelência e pelo prazer com aquilo que se faz como trabalho, constituindo a promessa de uma vida profissional não ordinária, mas *extraordinária*.

## 1 ALGUNS PROBLEMAS DO ENSINO DE CIÊNCIAS NO ENSINO MÉDIO

A partir daqui minhas reflexões não podem mais seguir um caráter genérico, e sou obrigado a enveredar um pouco para *minhas* respostas a estas questões. Em primeiro lugar, necessariamente falo do ponto de vista de alguém cujo interesse e preocupação fundamental não é apenas com o ensino, de uma forma geral, mas com o ensino das ciências naturais, em particular da Física. Como professor de Física do Ensino Médio, minha experiência também é restrita a este segmento, e à cultura e formato que o mesmo possui no Rio de Janeiro.

As ciências naturais têm características que as distinguem de outras disciplinas:

- 1 *Relação com a natureza;*
- 2 *Uso de modelos;*
- 3 *Estrutura lógico-matemática;*
- 4 *Caráter experimental;*
- 5 *Compartilhamento de informação.*

Essas características levam os professores das disciplinas relacionadas ao ensino das ciências naturais a uma visão idealizada, relativamente consensual, do que seria necessário, em termos de procedimentos pedagógicos, para um ensino efetivo da disciplina, bem como à adoção de mecanismos de improvisação de diversas naturezas para lidar com o fato de que esta visão idealizada, de uma forma geral, está ainda bastante distante da realidade dos ambientes de trabalho destes professores. O exemplo clássico é o contraste entre a importância que os professores atribuem à necessidade de realizar experimentos e a ausência de laboratórios didáticos na imensa maioria das instituições de ensino do país.

Alguns exemplos de ferramentas pedagógicas desenvolvidas ou aprendidas pelos professores de ciências para tentar aproximar seus ambientes de trabalho dessa visão idealizada incluem a montagem de experimentos demonstrativos, o uso de trabalhos de grupo para fazer em casa com atividades experimentais simples, trabalhos de campo, excursões e visitas a exposições e espaços de divulgação científica. Ao pensar na relação custo-benefício, é lícito se perguntar o quanto essas ferramentas são eficazes, e, para o que mais nos interessa aqui, o quanto de prazer elas geram em alunos e professores.

No Ensino Médio as dificuldades parecem maiores devido ao aumento do número de disciplinas e o maior grau de sofisticação dos modelos, com a subsequente necessidade de estabelecer relações com outros corpos de conhecimento (*e.g.*, Matemática). Ao mesmo tempo, a faixa etária dos alunos apresenta características significativamente distintas das

do ensino fundamental. O foco se transfere do desenvolvimento cognitivo característico da faixa etária anterior para novas experiências relacionadas à autoexpressão, à sociabilidade, à afetividade, à sexualidade, à aventura e ao lúdico característicos da adolescência, o que temos que levar em conta na busca de um ensino de ciências efetivo e prazeroso.

## 2 O NÚCLEO DE ATIVIDADES EM FÍSICA

O que ainda posso, talvez, oferecer como contribuição, é a minha tentativa pessoal de colocar essas ideias em prática. O Núcleo de Atividades em Física (NAF) do CAP-UFRJ surgiu justamente da minha busca por prazer e autoexpressão como professor de Física. O NAF é basicamente um Clube de Ciências, ou pelo menos uma espécie de “Clube de Física”, com algumas propostas diferenciadas.

O que o grupo efetivamente faz nas reuniões semanais e outras atividades do NAF, além dos jogos e outras dinâmicas de grupo, pode ser grosseiramente classificado em três categorias de atividades:

a) *Orientação de atividades pedagógicas* – monitorias de atividades experimentais e trabalhos de grupos para alunos de outras séries, coparticipação em palestras, eventos e demonstrações, etc. Podem referir-se a temas curriculares ou não. Por exemplo, o grupo do NAF já construiu material didático e monitorou um passeio da turma de Ciências da então 8ª série do Ensino Fundamental para acompanhar um eclipse do Sol num parque próximo à escola, na Lagoa Rodrigo de Freitas;

b) *Projetos de grupos de interesse temático* – além das equipes, o grupo pode formar sub-grupos com membros de diferentes equipes reunidos pelo interesse em projetos particulares, por exemplo, a construção de um foguete de água para a barraquinha do NAF na festa junina da escola, ou o desenvolvimento de um projeto

de detector de chuva eletrônico, ou simplesmente a confecção de uma camiseta para o NAF;

c) *Aventuras científicas* – parte do tempo de reunião é sempre dedicado à discussão do projeto da Aventura Científica em curso, ou aos projetos que porventura surjam como consequência dela – por exemplo, a montagem de uma palestra sobre os resultados obtidos ao final da aventura para ser apresentada em outras escolas na Semana Nacional de Ciência e Tecnologia, como já ocorreu. Como as Aventuras Científicas são a marca registrada do NAF e constituem talvez uma inovação pedagógica, convém detalhar sua proposta, o que será feito mais à frente.

A melhor definição da proposta pedagógica do NAF, no entanto, foi expressa pelo João Henrique, que em 2001 participou ativamente do núcleo como licenciando: *“o Beto pensa lá o que é que ele tem vontade de fazer e depois inventa alguma coisa que justifique ir fazer aquilo para ensinar Física”*. É isso mesmo! O NAF é, antes de mais nada, um exercício de volição.

Fazem parte do núcleo alunos da segunda ou da terceira série do Ensino Médio, além de licenciandos e ex-membros interessados em continuar participando. A cada ano um grupo é formado, em geral constituído por algo entre 8 e 16 novos membros. A participação é voluntária, porém o grupo é formado a partir de um grupo de alunos convidados por mim. Os critérios levados em conta para elaborar a lista de alunos convidados para o NAF passam por uma análise subjetiva de aspectos individuais – criatividade, bom-humor, curiosidade, responsabilidade, espírito de equipe, liderança e desempenho acadêmico – e aspectos da dinâmica do grupo como um todo – equilíbrio de sexos e coesão do grupo.

O grupo é, então, dividido em equipes de três ou quatro integrantes cada, para as dinâmicas das atividades, que participam de reuniões semanais à tarde, em geral no espaço da escola, onde a regra é uma abordagem lúdica. Há jogos, desafios e propostas de

atividades experimentais. Também aí são organizadas e orientadas as monitorias que as equipes prestarão a atividades de outras séries, ou as palestras e eventos de que o núcleo venha a participar.

O espírito de grupo é reforçado por uma “mística” estabelecida ao longo dos anos pelos participantes, que envolve desde o sigilo a respeito das atividades pedagógicas a serem desenvolvidas com outras séries até um jargão próprio, jogos típicos e outros sinais de associação de grupo. Além disso, alguns dos participantes do NAF de anos anteriores buscam permanecer em contato e ajudar nas atividades dos novos grupos, criando uma comunidade que aumenta com o tempo e que ajuda a organizar atividades (*CineNAF*, *Festa NAFtalina*, *Confraternizações Nafiosas* [Fig. 2], etc.) que estimulam no grupo o senso de pertencimento e de legado.

É claro que, imerso na estrutura escolar, o NAF também atinge objetivos pedagógicos:

I) *campo de experimentação para a Prática de Ensino* – como colégio de aplicação, o CAP-UFRJ tem como objetivo primeiro o de auxiliar a formação dos novos professores através da oferta de campo de estágio supervisionado. Ao longo dos anos tenho percebido que como a área de Física recebe relativamente poucos licenciandos; é possível enriquecer o estágio deles com outras atividades além do corriqueiro tripé *observação + coparticipação + regência*;

II) *desenvolvimento de material didático e know-how* – via de regra as atividades do NAF levam a um acúmulo de dados experimentais e de um conjunto de técnicas e materiais de possível uso didático dentro e fora da sala de aula;

III) *amplificação da ação pedagógica* – o grupo de alunos de Ensino Médio, participantes do NAF, presta orientação em diferentes atividades, tais como monitorias de trabalhos de grupo ou de atividades experimentais, palestras abertas, organização de eventos, etc., com isso multiplicando a ação pedagógica original



**Figura 2** – Confraternização Nafiosa no Parque Nacional da Serra dos Órgãos, em Guapimirim, em 2002.

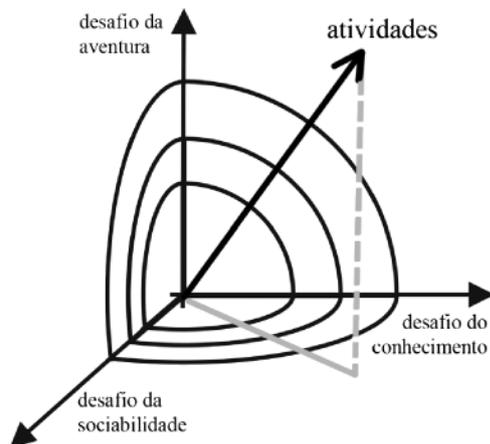
e atingindo um público relativamente abrangente – colegas de turma, alunos de outras séries, professores, pais e a comunidade externa a escola;

IV) *desenvolvimento de abordagens interdisciplinares* – as atividades do NAF sistemática e necessariamente buscam romper com a visão tradicional de disciplinas estanques, porque se baseiam em problemas reais, nos quais é preciso lançar mão de conhecimentos de diversas naturezas, e não apenas os relacionados aos conteúdos trabalhados nos cursos de Física;

V) *despertar de vocações científicas* – não deve ser desprezada a importância crucial que a escola tem no reconhecimento do interesse e do prazer pela Ciência que se manifesta em muitos alunos, e o papel de destaque que o estímulo adequado tem no despertar de uma vocação científica;

VI) *fortalecimento de abordagens alternativas de ensino científico* – o NAF se propõe também a constituir mais um nó numa teia de iniciativas, buscando um ensino menos “quadrado” e mais próximo do *querer* do aluno e do professor, através do estímulo à criação, realização e popularização de atividades não-convencionais no ensino de Física e de Ciências;

VII) *ensino de Física* – um objetivo presente nas atividades do NAF.



**Figura 3** – As atividades do NAF evoluem em três “dimensões” .

As atividades principais do NAF “crescem” junto com o grupo ao longo de três dimensões diferentes (Fig. 3), e cada uma delas pode ser relacionada a uma espécie de categoria de desafios:

*1 Cognitiva* – à qual está relacionado o desafio do conhecimento. Esta é uma dimensão que dá continuidade ao prazer da cognição que acompanha todo processo de ensino-aprendizagem, e no caso da Física está intimamente relacionada à evolução do grupo no currículo escolar, aproveitando a bagagem acumulada de recursos conceituais e lógico-matemáticos que o grupo vai desenvolvendo. À medida que o grupo amadurece, também os desafios cognitivos se tornam mais complexos. Por exemplo, se num dos primeiros desafios o grupo precisa discutir o que significa medir e que questões envolvem o uso de um instrumento de medida, num desafio posterior as equipes precisam construir e calibrar um instrumento de medida.

*2 Socioafetiva* – as atividades não apenas promovem a união do grupo e uma relação saudável e rica entre seus participantes, mas também exigem deles um entrosamento e uma capacidade de trabalhar em equipe progressivamente maior. Um dos reflexos deste aspecto é que a primeira *Aventura Científica* é uma excursão que ocupa uma manhã e uma tarde, enquanto a segunda

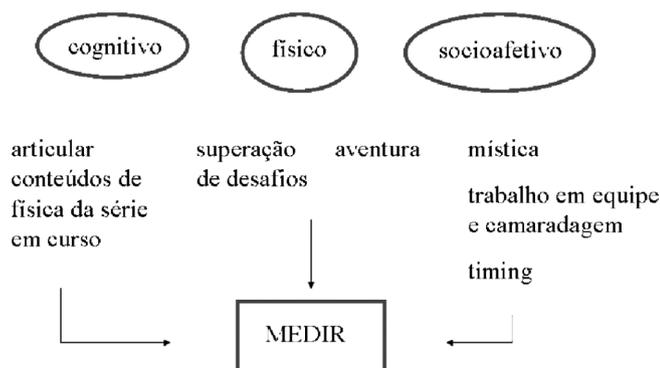
toma todo um final de semana, e a terceira quatro dias, implicando uma dinâmica do grupo progressivamente mais madura. Outro é que a responsabilidade sobre a orientação de atividades pedagógicas com alunos de outras séries vai crescendo com o tempo.

*3 Aventura* – os desafios se constituem em aventuras cada vez mais estimulantes com o passar do tempo, evoluindo, desde uma caminhada de um dia subindo uma montanha até um acampamento de sobrevivência com uma semana de duração.

Estas dimensões interagem de tal forma que os desafios ganham uma certa completude, como ficará evidenciado na descrição mais pormenorizada das *Aventuras Científicas*, a seguir.

### 3 AS “AVENTURAS CIENTÍFICAS”

As Aventuras Científicas são constituídas *sempre* por uma proposta experimental aberta. Neste aspecto, elas se aproximam bastante do conceito de “atividades investigativas” da literatura sobre ensino de Física e atividades experimentais. No entanto, há três outras características das Aventuras Científicas que as distinguem das atividades investigativas tradicionais. A primeira e mais evidente é que as Aventuras Científicas *sempre* têm seu clímax numa atividade de aventura ao ar livre. A segunda é que os temas das suas propostas nunca são exatamente centrais, mas laterais ao núcleo do currículo – embora, obviamente, isso seja usado não apenas para expandir a abrangência do conhecimento físico dos participantes, mas também como gancho para as discussões curriculares mais fundamentais. *Last but not least*, as Aventuras Científicas também envolvem o aprendizado de temas afins estritamente não-curriculares – por exemplo, mergulho, astronomia, fotografia e orientação –, e, quando possível, um diálogo com outros corpos de conhecimento curriculares (atividades interdisciplinares).



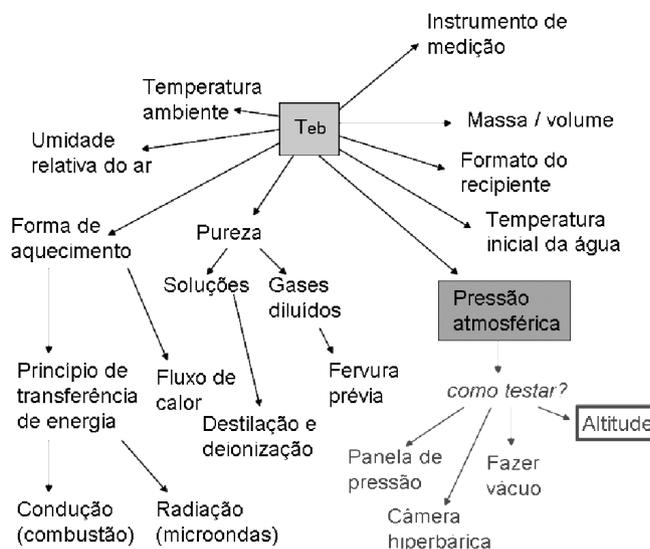
**Figura 4** – O ato de MEDIR como elemento integrador das diferentes “dimensões”.

Central às propostas das Aventuras Científicas é o ato de medir, que é colocado como um conceito integrador dos aspectos da Aventura Científica relacionados a cada dimensão/desafio (Fig. 4).

À guisa de exemplo, tomemos a proposta da primeira Aventura Científica (AC#1), que acontece quando os participantes do NAF estão dando início ao estudo da física do calor nos seus cursos. Nela se solicita simplesmente que as equipes respondam à pergunta “a que temperatura a água ferve?”. Por trás da simplicidade da proposta, no entanto, esconde-se uma riquíssima discussão conceitual sobre os processos de mudança de estado, a ebulição em particular, sobre o conceito de temperatura e sobre o processo de medição – fundamental para as outras propostas do NAF – além de uma grande aventura.

A tendência natural do grupo é responder de bate-pronto aquilo em que sempre foram levados a acreditar, isto é, que a água ferve a 100°C. A perplexidade inicial com o que aparenta ser uma pergunta simplória e sem nenhuma conotação “aventuresca” é então confrontada com uma provocação: “você têm certeza? Já mediram?”. O fogão da cantina da escola, uma leiteira e um termômetro de mercúrio são chamados a contribuir com dados experimentais para sacralizar a resposta. Para a surpresa de alguns, a água ferve e o termômetro estabiliza numa temperatura *diferente* de 100,0 °C.

A partir daí o grupo está aberto e preparado para começar a discutir as questões que envolvem medir a temperatura de ebulição, e retornamos à sala para fazer um *brainstorming* de que fatores podem afetar o valor medido para a temperatura de ebulição da água. A Fig. 5 mostra um possível resultado para como termina o quadro-negro ao final do processo.



**Figura 5** – Brainstorming sobre o que pode afetar a temperatura de ebulição da água (Teb).

Alguns destes fatores serão descartados ao longo das reuniões seguintes após discussões conceituais e análise lógica, outros com experimentos simples. Outros ainda, como a influência da umidade do ar ou do processo de aquecimento, dificilmente poderão ser efetivamente testados, mas disso não decorre nenhum problema. No meio do caminho o grupo é convidado a uma visita orientada pelos laboratórios da divisão de física térmica do Laboratório Nacional de Metrologia, no campus de Xerém (RJ), do INMETRO. O processo todo leva a uma compreensão profunda dos conceitos envolvidos e ao desenvolvimento de um procedimento de medição rigoroso (por exemplo, envolvendo uma média de diversas medições, e/ou com diversos instrumentos) e de normas de segurança para medição, que será usado na aventura.



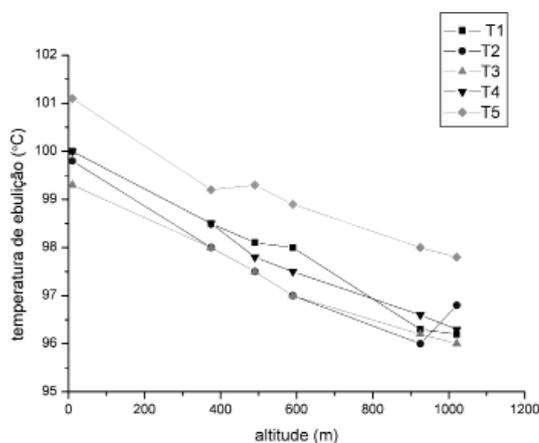
**Figura 6** – Grupo do NAF6 executando o “passo do NAF” na descida do Pico da Tijuca, no início de 2002.

Em particular, a possível influência da pressão atmosférica é trazida à baila. Os participantes dão várias ideias de como seria possível testar este fator, e fatalmente selecionam uma variação de altitude como alternativa viável. Com alguma pesquisa e senso-comum, chegam à conclusão de que o Pico da Tijuca, no Parque Nacional da Tijuca, na própria cidade do Rio, com seus 1.022 m de altitude, constitui a melhor opção para o teste.

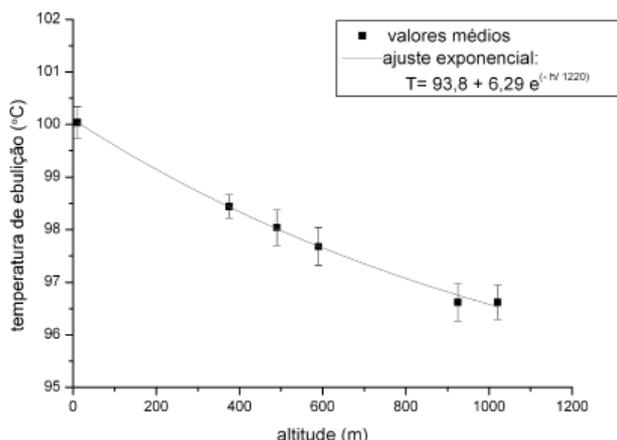
A atividade-clímax da AC#1 é uma excursão de um dia inteiro para subir o Pico da Tijuca realizando uma série planejada de medições da temperatura de ebulição da água destilada em diferentes altitudes a partir de 400 m (entrada do parque). A subida é feita por trilhas cartografadas, o que permite dispor de mapas com curvas de nível que permitem localizar a altitude em cada ponto do percurso. Para que o grupo seja capaz de se localizar e utilizar o mapa corretamente, são passados ao grupo conhecimentos sobre cartografia e orientação. Surgem daí conversas interessantes sobre sistemas de coordenadas, projeções cartográficas, declinação magnética, conservacionismo e meio ambiente, história da cidade, etc., que depois passam a poder ser incorporadas em

outras aventuras. No caminho vamos observando animais, parando para ver cachoeiras, observando a arquitetura das antigas casas de fazendas de café que ali existiam, mostrando técnicas de manejo ambiental e os remanescentes dos palmitais que abasteciam a cidade, e, ainda, discorrendo sobre a história do próprio parque, que foi estruturado como tal com o objetivo de reflorestar o maciço da Tijuca e garantir a perenidade dos mananciais de água da cidade, bem como fazendo brincadeiras, ensinando o “passo do NAF” (Fig. 6), e outras dinâmicas de grupo. A última medição é realizada no topo da montanha, de onde se tem uma vista de toda a cidade e da Baía de Guanabara, e onde o grupo em geral se deleita em localizar suas casas, a escola e outros pontos de interesse, e traçar relações geográficas entre eles e as características da cidade.

No encontro seguinte, o grupo aprende a utilizar os recursos básicos de um programa próprio à análise gráfica de dados (Origin) e constrói um gráfico a partir das medições efetuadas na excursão (Fig. 7). Baseado na relação aproximadamente exponencial entre pressão atmosférica e altitude, cria ainda um ajuste exponencial para os dados obtidos (Fig. 8).



**Figura 7** – Temperatura de ebulição em função da altitude para os diversos termômetros



**Figura 8** – Redução dos dados com incertezas associadas e ajuste exponencial.

Quando surge a motivação, um grupo de interesse pode montar uma apresentação sobre a aventura para levar a outras escolas. Certa vez, em que isso foi feito, o título da apresentação, criado pelo grupo, foi “o que a água do alto da montanha disse para a água ao nível do mar?”. A resposta era revelada ao final da apresentação, depois que os resultados eram mostrados: “pode vir quente que eu já estou fervendo!” (como eu já disse, bom-humor é um dos critérios de seleção do NAF).



**Figura 9** – “Nafioso” (esq.) realizando medição com seu profundímetro com o auxílio do instrutor de mergulho.

As outras Aventuras Científicas dão prosseguimento à dinâmica do NAF. A AC#2 é apresentada quando os alunos estão estudando as relações entre variáveis termodinâmicas em gases ideais, já para além da metade de seus estudos em física térmica. Sua proposta é a de que cada equipe construa um profundímetro capaz de medir a profundidade a que um mergulhador se encontra, entre 0 e 10 m, com um erro máximo de 0,5 m. A atividade-clímax é um mergulho “de batismo” (mergulho com cilindro, auxiliado por instrutor) que ocorre ao longo de todo um final de semana, em Arraial do Cabo (RJ), em parceria com a operadora de mergulho PL Divers, que destaca e orienta seus instrutores especificamente para a dinâmica da atividade (Fig. 9). Os alunos trabalham, ainda, com professores e licenciandos de biologia que também são convidados a participar da atividade, os conteúdos de taxonomia de animais no costão marinho, e à noite realizam observação ao microscópio do plâncton coletado na volta do mergulho. Um dos aspectos mais interessantes da AC#2 é, no entanto, aquele relacionado ao design. As equipes não têm apenas que construir um instrumento de medição, elas têm que construir um instrumento de medição que

**Lei de Stevin**

$$P = P_0 + \rho g (H - H_0)$$

**Lei de Boyle**

$$PV = P_0 V_0$$

$$V = h \cdot Ab \quad V_0 = h_0 \cdot Ab$$

$$P \cdot Ab \cdot h = P_0 \cdot Ab \cdot h_0$$

$$P = \frac{P_0 h_0}{h}$$

\*considerações: T cte, g, ρ, P<sub>0</sub>, A cte

**Figura 10** – Slide da apresentação feita pelos “nafiosos” sobre a Aventura Científica #2 em 2005.

forneça as melhores medições possíveis com a maior facilidade de uso nas condições em que terá que ser usado. Nesse aspecto é sempre muito interessante ver as soluções encontradas pelas equipes e as improvisações que elas precisam fazer, tanto no instrumento de medição enquanto objeto, como na análise de dados e nos procedimentos de medição. Algumas das melhores palestras apresentadas por grupos do NAF em escolas foram sobre esta aventura (Fig. 10).

A terceira Aventura Científica é apresentada quando os alunos já se encontram no meio de seus estudos de óptica, no tópico sobre lentes delgadas. Embora a motivação principal seja determinar a diferença entre o dia solar e o dia sideral, o objetivo é chegar a um sistema capaz de fotografar estrelas e o céu noturno, e, no processo, discutir a óptica das câmeras fotográficas e dos telescópios. A atividade-clímax é constituída de uma estada de quatro dias (três noites) em uma fazenda na serra de Nova Friburgo (RJ), onde não há luz elétrica. As noites são passadas praticamente em vigília para a realização das observações e fotografias (caso a meteorologia o permita), e vários tópicos ligados à gravitação e à astronomia em geral são discutidos, entre fotos e observações no nosso telescópio refrator. Durante o dia, jogos, passeios e banhos de rio dão liga à atividade, que conta ainda com um trabalho de pesquisa sobre como a chegada da energia elétrica (*circa* 1998) no vilarejo próximo à fazenda alterou o *modus vivendi* da população local e como eles se relacionam com as novas e antigas fontes de energia utilizadas no dia a dia. Depois desta aventura, os participantes interessados me auxiliam numa palestra noturna oferecida à escola, seguida de observação telescópica do céu.

A AC#4 é um acampamento selvagem de 5 a 7 dias de duração, em local ermo. Os participantes chegam ao local vendados, simulando a saída de um abrigo nuclear de paradeiro desconhecido após

uma hecatombe nuclear. A partir desta mística eles constroem abrigos utilizando os materiais disponíveis no local (bambu, folhas de bananeira, etc.), e utilizam seus conhecimentos de Física para resolver os desafios relacionados ao cozimento de alimentos, determinação da hora, iluminação noturna, confecção de balsas, etc. Muitas das habilidades desenvolvidas pelos participantes em outras aventuras são utilizadas nesta atividade final.

## CONCLUSÃO

As Aventuras Científicas do NAF vêm se constituindo num excelente método para explorar o conhecimento em Física e em outras disciplinas e aplicá-los a problemas práticos. Elas e as outras atividades do NAF têm servido também para acumular dados e desenvolver materiais e *know-how* para uso pedagógico, bem como para despertar vocações para as diferentes áreas da Ciência. Mais importante ainda, através da participação no programa, diversas gerações de estudantes puderam expandir seus horizontes, ampliar seus conhecimentos para além da formação curricular escolar tradicional, viver grandes aventuras, cimentar amizades, e, fundamentalmente, ter prazer no processo.

O grande ganho invisível deste tipo de abordagem é o reconhecimento de que não apenas é possível ao professor tornar o ensino interessante e desafiador para o aluno, mas também prazeroso e enriquecedor para si mesmo como professor. A partir do resgate do prazer e do interesse no processo de ensino-aprendizagem, podemos dizer que aluno e professor “estão na mesma conversa” e passam a poder endereçar todos os outros problemas que podem vir a afetar o processo de uma forma colaborativa, íntegra e efetivamente compromissada.

## ADVENTURE AND PHYSICS TEACHING

### Abstract

Teachers and students of not only physics but also other natural sciences alike face a series of difficulties in their relationship involving the teaching and learning of these disciplines. It is the author's opinion that the deepest difficulty lies in the little pleasure experienced by both teachers and students in the process. The present article aims to readdress the issue as well as offer an example of strategy for the overcoming of the problem: the Núcleo de Atividades em Física (Nucleus for Activities in Physics) of the CAP-UFRJ and its "Scientific Adventures".

**Keywords:** Physics. Teaching. Learning. Non-conventional activities. Adventure.

Enviado em 1º de março de 2011

Aprovado em 10 de março de 2011