



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO**

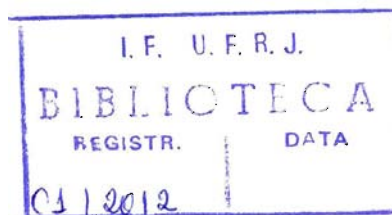
**INSTITUTO DE FÍSICA**

**LICENCIATURA EM FÍSICA**

**ATIVIDADES INOVADORAS NA PRÁTICA DE ENSINO:  
O Núcleo de Atividades em Física do CAP/UFRJ**

Trabalho de Instrumentação para o Ensino de Física

Autor: João Henrique Ávila de Barros  
Orientador: Francisco Arthur Braun Chaves



Fevereiro/2002

## RESUMO

Neste trabalho apresentamos, a partir da minha vivência nesse projeto como aluno de Prática de Ensino, o Núcleo de Atividades em Física do Colégio de Aplicação da Universidade Federal do Rio de Janeiro, e especialmente uma das atividades que promove, a Aventura Científica n.º 2, em os alunos desenvolvem um instrumento para medir a profundidade durante um mergulho autônomo que realizam em Arraial do Cabo – RJ. Analisamos o NAF e a Aventura Científica n.º 2 sob dois enfoques, o da aprendizagem, e o da motivação, encontrando três aspectos fundamentais das atividades: o lúdico, o coletivo e o desafiador. Os resultados são ricos e mostram que do ponto de vista da motivação os objetivos são plenamente atingidos e que do ponto de vista da aprendizagem apesar do bom resultado ainda é possível aperfeiçoar o processo.

## SUMÁRIO

RESUMO.....	ii
SUMÁRIO.....	iii
INTRODUÇÃO.....	1
JUSTIFICATIVA.....	3
Em relação ao trabalho com os alunos no NAF.....	3
Em relação ao trabalho com os alunos na Aventura Científica n.º 2....	4
Em relação à formação do professor.....	5
DESENVOLVIMENTO DO PROJETO.....	7
O que é o NAF.....	7
A proposta.....	7
Os integrantes.....	8
Os monitores.....	8
Os organizadores colaboradores.....	10
As atividades.....	10
O são as Aventuras Científicas.....	11
O que é a Aventura Científica n.º 2.....	13
Como foi a Aventura Científica n.º 2 em 2001.....	15
Os encontros preparatórios.....	15
A atividade.....	17
Os resultados.....	22
CONCLUSÃO.....	26
Em relação ao trabalho com os alunos no NAF.....	26
Em relação ao trabalho com os alunos na Aventura Científica n.º 2....	26
REFERÊNCIAS.....	28

## INTRODUÇÃO

O Colégio de Aplicação da Universidade Federal do Rio de Janeiro (CAp/UFRJ) mantém, desde 1997, um Núcleo de Atividades em Física (NAF), idealizado e coordenado pelo professor Roberto Affonso Pimentel Júnior, o Beto, como é chamado pelos colegas e alunos. Participei, como aluno de Prática de Ensino, de atividades ligadas a esse projeto que foram interessantes para minha formação profissional.

O objetivo do NAF é formar, a partir de um grupo de alunos da segunda série do ensino médio, um grupo de monitores que auxiliam o professor Roberto nos trabalhos de grupo dos alunos da primeira série do ensino médio orientando-os durante a realização desses trabalhos. Para isso o NAF realiza com os monitores atividades não-convencionais em que eles podem desenvolver seus conhecimentos em Física e ainda se manterem motivados em participar do NAF.

As características do NAF possibilitam ainda a realização de atividades inovadoras, oferecendo ao licenciando a oportunidade de acompanhar o desenvolvimento de um trabalho de pesquisa em ensino de Física menos limitado pela estrutura institucional que os trabalhos curriculares realizados em classe no curso regular de Física. Dentre essas limitações, citamos, a título de exemplo: número de alunos por classe; prazos para entrega das notas; espaço e horários de funcionamento do estabelecimento. Sendo assim, o NAF amplia o campo de estágio do licenciando para além dessas fronteiras.

Nesse trabalho, apresentamos inicialmente o NAF, sua proposta e funcionamento, seus integrantes e as principais atividades que promove. Dentre elas, em particular, explicamos como se dão e qual o propósito das chamadas “Aventuras Científicas”. Em seguida detemo-nos na Aventura Científica n.º 2 e apresentamos mais detalhadamente como se deu esta atividade no ano de 2001, relatando o planejamento, a execução e a avaliação da mesma.

Nessa atividade os alunos são desafiados a desenvolverem um instrumento que permita-lhes determinar a profundidade em que se encontram durante um mergulho autônomo (com cilindro de ar comprimido) que realizam em um fim de semana em Arraial do Cabo - RJ. Para desenvolvê-lo os alunos reunidos em grupos se envolvem com hidrostática, gases ideais e enfrentam os diversos problemas envolvidos na criação e construção de um instrumento de medida, por exemplo, princípio de funcionamento, determinação de escala, calibração, manuseio e material a ser utilizado.

Finalmente, discutimos de que forma as características dessa atividade motivam e interferem no processo de aprendizagem dos alunos, a partir da observação de suas atitudes ao longo da preparação e realização da Aventura Científica n.º 2 , e da análise dos relatórios que produzem ao final da atividade.

## JUSTIFICATIVA

### ***Em relação ao trabalho com os alunos no NAF***

Parte das dificuldades encontradas no ensino de Física para adolescentes deriva do fato de que as atividades realizadas com esses alunos não os entusiasma a participar. Entre as muitas razões que podem ser apontadas, nós destacaríamos que os alunos pouco interagem entre si; há negligência com o aspecto lúdico; os alunos não se sentem desafiados a encontrar respostas ou soluções para os problemas propostos. Entendemos que desse modo se torna difícil conseguir a participação dos alunos, participação esta que é fundamental em qualquer atividade pedagógica. Portanto, desenvolver atividades que enfrentem essas dificuldades pode contribuir para superar esse desinteresse dos alunos e possibilitar uma atuação docente mais efetiva.

Além de contribuir motivando a participação dos alunos, o aspecto cooperativo das atividades do NAF são um objetivo em si mesmo pois propiciam situações de desenvolvimento da capacidade de comunicação e tomada de decisões coletivas, o que está bem claro nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio:

*“Quando, por exemplo, são propostas atividades coletivas, de cooperação entre estudantes e de elaboração de projetos conjuntos, quer se tornar o aprendizado das Ciências e da Matemática mais eficaz, mas, ao mesmo tempo, quer se promover o aprendizado do trabalho coletivo e cooperativo, como competência humana. Aliás, são absolutamente raros os trabalhos demandados na vida real que não exijam precisamente atividades conjuntas e cooperativas.”*

[PCNEM. Parte III, pg. 54.]

Da educação infantil ao ensino superior, o aspecto lúdico das atividades realizadas com os alunos vai gradualmente deixando de ser uma preocupação do professor a ponto de no Ensino Médio quase desaparecer. Entretanto, entendemos que se pode recorrer à realização de jogos e brincadeiras, planejados para propiciar situações interessantes, com alunos de qualquer idade uma vez que assim se promove uma certa descontração que torna as pessoas mais participativas e animadas e ainda mobiliza a atenção de maneira peculiar. A observação dos alunos nesse tipo de atividade também permite conhecer um pouco mais sobre seu comportamento em diversas situações típicas de jogos e brincadeiras que ajudam a revelar sua personalidade.

Ainda a respeito da motivação mas sem nos restringirmos a ela, entendemos que é necessário colocar os alunos diante de situações em que a resposta não seja encontrada com uma mera repetição de procedimentos conhecidos. A solução dessas situações devem exigir as habilidades e competências que se deseja desenvolver com a atividade bem como o conhecimento dos conteúdos disciplinares envolvidos. Por competências entendemos “(...) *capacidade de mobilizar diversos recursos cognitivos para enfrentar um tipo de situações.*”. [Perrenoud, 2000. Pg.15]

Outra questão relacionada a formação dos alunos contemplada pelas atividades do NAF se refere a oportunidade de desenvolvimento cultural. Participar das visitas a museus, planetário e laboratórios, assistir a peças de teatro ou filmes, viajar acompanhando uma Aventura Científica propiciam a ampliação dos horizontes culturais dos monitores.

Em particular, por ser um projeto extracurricular, o NAF faz com que os alunos não sofram as pressões que a questão da aprovação ou reprovação exerce nas atividades em sala de aula nas quais os alunos procuram ocultar suas dúvidas e incertezas quando sentem que estão sendo avaliados. Como observou Perrenoud:

*“A avaliação pedagógica tradicional é um jogo de gato e rato, um confronto de estratégias e contra-estratégias. É muito difícil, nestas condições, criar uma relação verdadeiramente cooperativa entre professores e alunos, porque uma hora ou uma semana depois, os primeiros vão julgar os segundos, às vezes com rigor.”.* [Perrenoud, 1999. Pg. 70]

Em um projeto extracurricular isso é superado e os alunos se expõe, permitindo uma avaliação mais precisa dos obstáculos epistemológicos e didáticos que estão sendo defrontados, e cooperam com o professor, o que é fundamental, ainda mais por se tratarem de monitores.

## ***Em relação ao trabalho com os alunos na Aventura Científica n° 2***

Além dos objetivos gerais das atividades do NAF, a Aventura Científica n.º 2 pretende desenvolver nos alunos competências ligadas a Física. Durante a atividade os alunos precisam se apropriar dos conhecimentos da Física ligados à Lei de Boyle e ao Teorema de Stevin, e aplicá-los para construir um instrumento de medida que determine a profundidade em que se encontra. Nesse processo eles utilizam a geometria para

escolher a forma ideal do instrumento, as relações algébricas entre grandezas envolvidas para elaborar sua escala, fazem previsões sobre o comportamento do aparelho e podem verificá-las no dia do teste. [CEB/CNE, 1998. Art. 10, itens II b, c, e, g, h, l, m.]

Estabelece-se assim uma ponte que une o conhecimento teórico ao prático evidenciando a relação construtiva entre essas duas faces do saber, afinal,

*“Privilegiar a aplicação da teoria na prática e enriquecer a vivência da ciência na tecnologia e destas no social passa a ter uma significação especial no desenvolvimento da sociedade contemporânea.”* [PCNEM. Parte I, pg. 16.]

## **Em relação à formação do professor**

Em primeiro lugar,

*“O planejamento e a execução das práticas no estágio devem estar apoiados nas reflexões desenvolvidas na escola de formação. A avaliação da prática, por outro lado, constitui momento privilegiado para uma visão crítica da teoria e estrutura curricular do curso. Trata-se, assim, de tarefa para toda a equipe de formadores e não, apenas, para o ‘supervisor de estágio’.”* [CNE, 2001. Pg. 22]

Portanto é interessante que possamos trazer à universidade os resultados das atividades da Prática de Ensino de modo a serem avaliados pelos formadores.

O aumento da carga horária do estágio curricular — de 180h para 300h [LDBEN, 1996. Art. 65.] — ampliou as possibilidades dos licenciandos participarem de projetos de pesquisa dos professores da instituição na qual realiza as atividades ligadas à Prática de Ensino. Isso é desejável uma vez que nesse espaço se evidencia as articulações entre as teorias que fundamentam as pedagogias e a prática pedagógica.

Consideramos, também, que

*“A formação de professores para os diferentes segmentos da escola básica tem sido realizada muitas vezes em instituições que não valorizam a prática investigativa. Além de não manterem nenhum tipo de pesquisa e não perceberem a dimensão criativa que emerge da própria prática, não estimulam o contato e não viabilizam o consumo dos produtos da investigação sistemática.”*, [CNE, 2001 Pg. 23]



e que experiências deste tipo podem contribuir nesse aspecto estimulando o licenciando a desenvolver a prática investigativa.

São muitos os desafios a serem superados no que se refere à formação dos professores. Parte desses desafios dizem respeito a **Prática de Ensino**. As atividades convencionais de observação, co-participação e regência realizadas no âmbito da sala de aula não favorecem a formação do professor-pesquisador. O NAF é um espaço que pode ajudar a suprir essa carência.

A elaboração, planejamento e avaliação das atividades, o acompanhamento e participação nas mesmas são experiências que não encontram paralelo nas atividades realizadas no curso de licenciatura. Mesmo na regência da **Prática de Ensino**, quando o licenciando envolve-se com essas etapas da construção do trabalho pedagógico, ele dificilmente encontra a multiplicidade de aspectos envolvidos nas atividades do NAF ao preparar sua regência sobre gravitação, calor ou eletromagnetismo.

Isso se dá pela natureza dessas atividades. Preparar monitores, programar visitas, viagens, planejar atividades experimentais ao ar livre não fazem parte das regências mas sem dúvida o fazem do trabalho do professor, ou deveriam fazer. Em particular, participar da formação do grupo de monitores e acompanhar o planejamento de seu trabalho tem um valor especial para o licenciando uma vez que a criação de mecanismos de interação cooperativa entre alunos em diferentes estágios é rara e muito desejável.

## DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

### *O que é o NAF*

#### A proposta

O NAF prepara os alunos da 2ª série do Ensino Médio para serem monitores das atividades experimentais realizadas pelas turmas da 1ª série durante seus trabalhos em grupo. Eventualmente, os monitores também atendem



**Figura 1 - Logotipo do NAF**

outras séries do segundo segmento do Ensino Fundamental em atividades de Ciências, ligadas à Física. Desse modo promove uma interação cooperativa entre alunos de diferentes séries. Além disso, torna possível a realização de atividades nas quais a presença de monitores é indispensável.

Desse modo o NAF possibilita aos alunos da 1ª série um acompanhamento mais próximo durante essas atividades do que aquele que seria possível o professor oferecer. Para isso é necessário que os monitores tenham um perfil adequado e sejam bem preparados para trabalhar com os alunos, sendo capazes de compreender as intenções do professor e executar os procedimentos combinados. Uma vez que são voluntários, devemos ter atenção constante com a motivação dos monitores realizando com eles atividades que os recompensem pelo esforço que fazem trabalhando com o professor Roberto e os colegas da 1ª série.

Desse modo o NAF cria um espaço raro e interessante. Não é comum contar com um grupo de alunos que queiram realizar atividades extracurriculares em Física. Mais que isso, dispostos a assumir responsabilidades. Mesmo sendo alunos mais ou menos interessados em Física, não é esse o principal motivo deles participarem. Existem dois fatores de maior relevância nesse caso, a saber, a atmosfera de mistério que existe em torno do NAF que desperta a sua curiosidade, pois aqueles que integram o NAF, a pedido do professor Roberto, não revelam o que fazem nas aventuras científicas; e o

apelo afetivo que o professor tem junto aos alunos, pelo seu temperamento alegre e carinhoso.

O NAF também pretende ser um espaço que permita ampliar as possibilidades da Prática de Ensino dos licenciandos em Física da UFRJ, oferecendo a oportunidade de trabalho em um projeto com um planejamento permanente de atividades não-convencionais. Entretanto esse espaço é subutilizado. Em 2001 fui o único licenciando em Física a realizar no CAp/UFRJ a Prática de Ensino. Isso se dá devido a uma incompatibilidade entre os horários do CAp/UFRJ e do curso de licenciatura em Física. Uma vez que o curso é noturno e a maioria dos estudantes não pode realizar a Prática de Ensino durante o dia, que é o turno de funcionamento do CAp/UFRJ, torna-se rara a oportunidade para os licenciandos.

Essa situação é lamentável, uma vez que o CAp/UFRJ é o espaço natural para a realização da Prática de Ensino, onde ela não é uma das atividades mas a razão pela qual existe a instituição.

## Os integrantes (Os NAFiosos)

### Os monitores

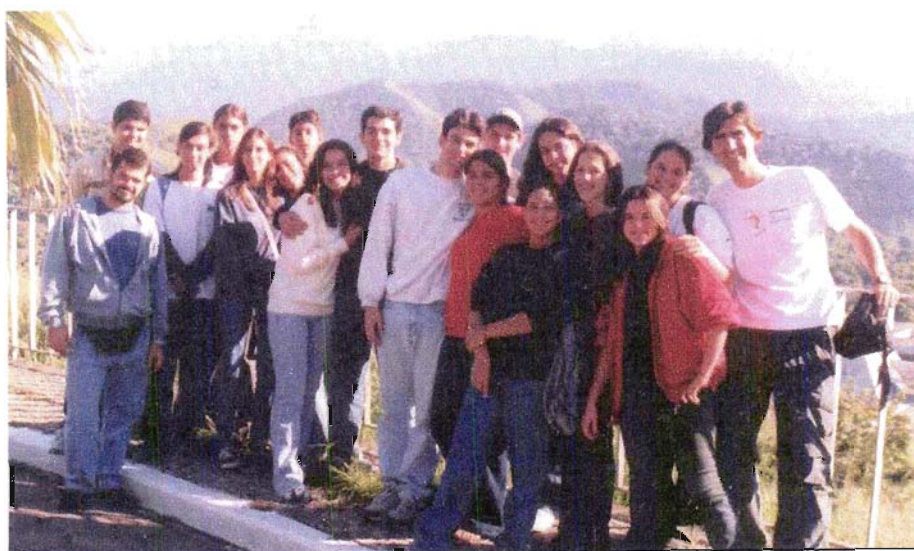
O grupo de alunos que participa do NAF é formado por alunos da 2ª série do Ensino Médio que são convidados através de um carta pessoal do professor Roberto no início do ano letivo. Os critérios para o convite baseiam-se em indicações de professores e monitores veteranos e no aproveitamento em Física no ano anterior. Os convidados participam de uma reunião na qual os monitores são selecionados pelo professor Roberto a partir dos seguintes critérios:

1. Interesse em participar;
2. Disponibilidade de horário;
3. Compromisso e responsabilidade;
4. Criatividade;
5. Iniciativa,

6. Cooperação e capacidade de trabalho em equipe;
7. Atenção, paciência e respeito no trato com os outros;
8. Observação e capacidade de avaliar;
9. Espírito crítico;
10. Versatilidade;
11. Dedicação e concentração;
12. Habilidade manual na manutenção de instrumental, ordem e asseio;
13. Domínio dos conteúdos de Física relativos ao trabalho no laboratório;
14. Capacidade de abstração e raciocínio lógico-matemático.
15. Capacidade de expressão oral;
16. Capacidade de expressão escrita.

Essa avaliação é feita através de bate-papo, um questionário, e ainda, jogos cooperativos, de observação, de criatividade e de expressão.

No ano de 2001, o NAF contou com 18 monitores, com idades entre 15 e 17 anos, nove moças e nove rapazes, que foram divididos em 4 grupos que têm como nomes constantes da Física: de Planck, de Hubble, velocidade da luz, e carga do elétron. Todos declararam terem ficado felizes com o



**Figura 2 - Eu (E), professor Roberto (D) e os monitores na visita ao INMETRO.**

convite, muitos demonstraram preocupação em assumirem a responsabilidade de serem monitores, “(...) *fiquei feliz de ser considerado apto a ser um monitor apesar de um pouco temeroso com as responsabilidades do cargo.*” respondeu um deles ao ser perguntado no questionário como se sentia tendo sido convidado a participar. Alguns se surpreenderam, “*No início fiquei surpresa, não esperava o convite devido as minhas*

*médias de física, que eram baixas (...)*”, de fato a nota de Física do ano anterior não é critério decisivo para a seleção. Na prática o único critério eliminatório foi não dispor de horário pois todos os convidados o foram por terem demonstrado ao longo do ano anterior um perfil adequado.

A escolha dos futuros monitores é de fato um momento crucial. Eles trabalharão durante o ano inteiro e serão importantíssimos dentro do planejamento das atividades da 1ª série. É fundamental que sejam responsáveis, tenham criado um vínculo afetivo forte com o professor e se identificado com o NAF pois nada mais os impede de abandonar suas atividades.

#### Os organizadores e colaboradores (*O NAFicialato*)

Além do professor Roberto, licenciandos e ex-monitores participam da organização das atividades. Existem ainda outras pessoas que podem estar envolvidas com a realização de alguma parte específica da atividade, como, no caso da Aventura Científica n.º 2, há os instrutores de mergulho.

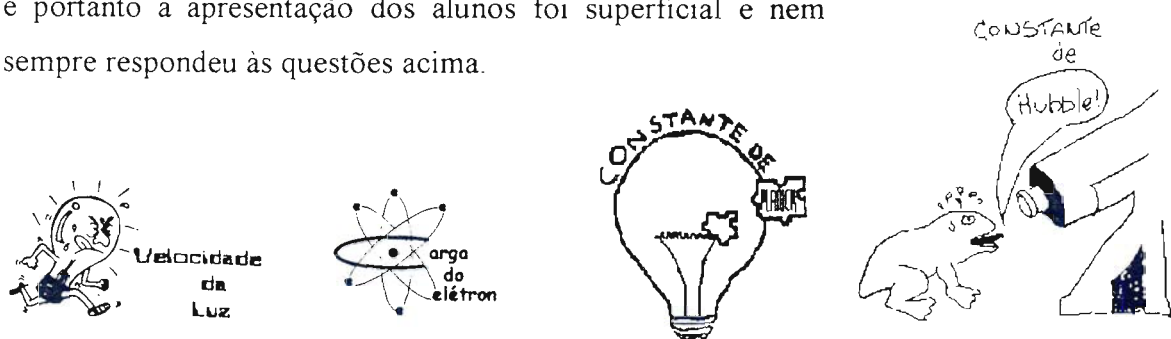
O envolvimento dessas pessoas é fundamental para que seja possível manter a atenção dos professores no aspecto pedagógico do planejamento.

### As atividades

A preparação dos monitores é feita através de encontros semanais nos quais recebem instruções sobre o trabalho de monitoria — revisão dos tópicos de Física necessários, uso correto dos equipamentos, objetivos e metodologia — e realizam a atividade experimental que monitorarão, além de se prepararem para as Aventuras Científicas.

As Aventuras Científicas são atividades criadas especialmente para os monitores nas quais eles são colocados diante de um desafio cuja solução envolve os conhecimentos em Física trabalhados em classe, uma atividade experimental ao ar livre e cooperativismo.

Além disso, os monitores participam de jogos cooperativos, de observação, criatividade e expressão que visam prepará-los tanto para as Aventuras Científicas quanto para os seus trabalhos de monitoria. Também realizam visitas a instituições e assistem a espetáculos artísticos desde que de algum modo envolvam a Física. Em 2001, por exemplo, os monitores visitaram o INMETRO, o laboratório de óptica no Instituto de Física da UERJ, o Museu de Astronomia, o Planetário do Rio e assistiram a peça Copenhagen, de Michael Frayn. Os grupos também apresentaram aos colegas as informações que pesquisaram sobre a constante que lhes dava nome: valor numérico, quando foi medida, por quem e a que diz respeito, e ainda elaboraram um logotipo para o nome do grupo. Essas constantes não fazem parte do conteúdo visto em aula até então e portanto a apresentação dos alunos foi superficial e nem sempre respondeu às questões acima.



**Figura 3- Logotipos dos grupos**

Pode-se perceber que há uma preocupação permanente de realizar atividades diversificadas. Ora promovendo Aventuras Científicas, ora sugerindo que desenhem um logotipo, ou levando-os ao INMETRO para conhecer de perto a metrologia. Isso evita que fiquem entediados, mantendo-os motivados, provavelmente pensando. “Qual vai ser a próxima do Beto?”

## ***O que são as Aventuras Científicas***

As Aventuras Científicas fazem parte da estratégia de motivação do grupo de monitores, mas não se restringem a isso pois são planejadas para que, durante a preparação e ao longo da aventura, os monitores estejam desenvolvendo habilidades importantes tanto do ponto de vista da Física quanto do ponto de vista do relacionamento com o outro. São atividades planejadas especialmente para esse grupo nas quais eles investigam alguma questão científica específica. Levando-se em conta a



idade dos alunos e os temas abordados no curso de Física optou-se por atividades de campo que tivessem, além do interesse científico, uma atmosfera de aventura e desafio.

O problema ou questão científica a ser resolvido é colocado como um desafio para os monitores algumas semanas antes da data da aventura. Durante os encontros semanais são discutidos então suas hipóteses e questionamentos, bem como, se realizam atividades que visam a preparação do grupo para a Aventura Científica. O número de encontros varia de acordo com as dificuldades envolvidas, algo entre cinco e sete encontros.

Terminado esse período de preparação, ocorre a Aventura Científica. Podem ser realizadas em um único dia inteiro ou em até quatro dias, aumentando gradativamente de acordo com a evolução da organização do grupo de monitores. Os alunos realizam as experiências que planejaram, participam de jogos, avaliam a atividade, e durante as semanas seguintes escrevem um relatório da Aventura Científica que é discutido em um dos encontros do grupo.

Dentre os objetivos da atividade citamos.

1. Motivar os alunos em participar como monitores do NAF;
2. Contribuir para o desenvolvimento do monitor na compreensão do processo de aquisição de conhecimento de que faz uso a Ciência, ampliando sua capacidade como monitor;
3. Treinar os monitores nas habilidades desejáveis nas atividades experimentais;
4. Propiciar ao monitor a possibilidade de desenvolver seus conhecimentos em Física além dos requisitos curriculares;
5. Integrar rapidamente o grupo de monitores, através de um trabalho cooperativo e dinâmico;
6. Desenvolver competências em atividades experimentais e excursões pedagógicas,
7. Coletar dados e construir materiais de possível uso pedagógico pelo corpo docente da escola.

O planejamento da Aventura Científica requer cuidados: conhecimento dos interesses e das concepções prévias dos alunos; seus recursos intelectuais, materiais e de organização. Esses cuidados são necessários para que os alunos consigam solucionar o

desafio e só podem ser tomados por um professor que conheça os alunos individualmente.

Percebe-se claramente que a realização desse tipo de atividade demanda muito trabalho mas se justifica plenamente pelo retorno que promove. Em primeiro lugar, no que se refere à aprendizagem, a aventura torna a experiência de Física um grande evento na vida desses monitores, dos quais certamente guardarão lembranças, e mais, coloca-os coletivamente diante de um problema que terão que unir forças para resolver; finalmente, terão que mobilizar seus recursos cognitivos para resolver a questão. Em segundo, no que se refere à motivação, são as Aventuras Científicas que fazem do NAF algo realmente especial, tanto para os alunos da 1ª série, que não sabem o que acontecem e portanto morrem de curiosidade, quanto para os monitores, que se divertem (e aprendem) com elas.

## ***O que é a Aventura Científica nº 2***

O ponto de partida para as Aventuras Científicas é o conteúdo das aulas de Física que os monitores estão estudando. No caso da Aventura Científica n.º 2 este conteúdo refere-se ao estudo dos gases ideais como parte dos estudos de Termologia. A questão a ser enfrentada então é escolher uma atividade que além de envolver esse conteúdo específico possua as características necessárias. Portanto necessitamos de uma atividade que:

1. Possua um caráter de aventura na área de interesse dos monitores;
2. Possa ser colocada como um desafio que possa ser resolvido por eles em um tempo adequado;
3. Envolver o estudo dos gases ideais,
4. Exija cooperatividade nas ações;
- 5 Culmine com uma atividade experimental ao ar livre dentro das possibilidades materiais do NAF

Seria ainda desejável que a atividade permitisse relacionar o estudo dos gases ideais com outros conteúdos da Física de modo a propiciar uma visão mais abrangente dessa ciência.



A solução encontrada em 1999, e utilizada até 2001, foi propor aos alunos que construam um instrumento que permita a um mergulhador determinar sua profundidade com 1 metro de margem de erro durante um mergulho autônomo até 10 metros de profundidade. Esse instrumento é calibrado e testado em um fim de semana, em Arraial do Cabo – RJ, em uma atividade de mergulho de batismo, que é o nome dado ao primeiro mergulho autônomo realizado sob controle de instrutores especializados.

Devido ao número de instrutores disponíveis, os mergulhos ocorrem no sábado e no domingo para que dê tempo de todos os monitores mergulharem. Cada um mergulha uma única vez e faz a calibração usando como referência o profundímetro do instrutor. No domingo, o último monitor de cada grupo deve medir três profundidades diferentes, escolhidas previamente por nós, com seu profundímetro, sem consultar o instrutor. No final, comparamos a medida do profundímetro dos monitores com a medida de referência do instrutor.

Desse modo, um certo número de monitores fica, em um dos dias, sem nenhuma atividade a realizar durante os mergulhos dos colegas. Então, professores e licenciandos de Biologia realizam com esses monitores uma atividade paralela com mergulho em apnéia para observar seres marinhos e classificá-los, o que está relacionado com os conteúdos que os monitores estudam na 2ª série do Ensino Médio, nas aulas de Biologia.

Os custos da atividade são arcados pelos próprios participantes. Portanto, conhecer as características sócio-econômicas dos alunos e manter os menores custos possíveis é importante para evitar que alguns não possam participar por não poderem arcar com a despesa. Em 2001, a hospedagem foi conseguida através de contatos pessoais do professor Roberto e não onerou os participantes e os custos por participante estão listados na tabela abaixo. Em duas refeições, o jantar de sábado e domingo, os custos foram individuais.

Operadora de mergulho	R\$ 62,00
Transporte	R\$ 30,00
Café da Manhã	R\$ 2,00
TOTAL	R\$ 94,00

**Tabela - custos da atividade por pessoa.**

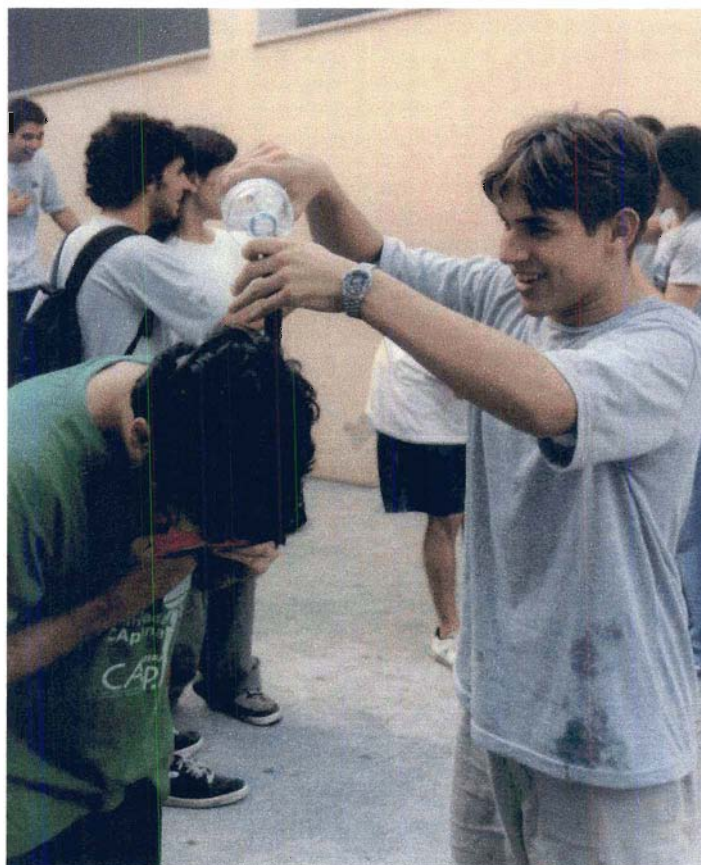
Não seria difícil realizar uma atividade experimental, talvez duas, em que se discutisse as duas leis (Boyle e Stevin). Entretanto, elaborar uma atividade que os alunos precisam investir o conhecimento dessas duas leis para construir um instrumento e ainda vão testá-lo em uma experiência inesquecível é bem mais que isso. Por outro lado, deve ficar claro que elaborar ainda não é realizar, e portanto tão fundamental quanto essa elaboração é conhecer os alunos e saber mantê-los suficiente envolvidos com o problema a ser resolvido para não reduzir a atividade a um fim de semana de mergulho.

## ***Como foi a Aventura Científica n.º 2 em 2001***

### **Os encontros preparatórios**

No dia 22 de maio de 2001, apresentamos, na reunião semanal do NAF, a proposta da Aventura Científica n.º 2 aos monitores. Durante essa nova aventura eles teriam que resolver um problema. Cada grupo teria que desenvolver um instrumento que, durante o mergulho, permitisse ao mergulhador determinar a profundidade em que se encontra. Os mergulhos seriam até 10m de profundidade, que está próximo do limite de um mergulho de batismo, e eles poderiam errar, no máximo, por 1m. Os monitores mostraram-se muito entusiasmados com a proposta de mergulhar pois nunca nenhum deles tinha tido esta oportunidade antes.

No dia 29, os grupos apresentaram suas primeiras idéias e discutimos os problemas envolvidos nelas. Apesar das diversas idéias que surgiram, os monitores perceberam que o instrumento deveria possibilitar a determinação da profundidade através dos efeitos da diferença de



**Figura 4- jogo do dia 12 de junho**

pressão. Entretanto, não sabiam de que modo poderiam medir essa diferença.

No dia 5 de junho, um ex-monitor apresentou para os monitores a lei dos gases ideais e a Lei de Boyle, que eles já haviam estudado em sala de aula, e o Teorema de Stevin da pressão hidrostática que eles ainda não tinham visto nas aulas de Física. Essa seria a base teórica que permitiria aos grupos desenvolverem seus profundímetros. Também foi fornecido a eles uma apostila do professor Roberto sobre hidrostática e um texto sobre a física do mergulho (Curso de Mergulho Básico – Manual. PDIC ed.).

No encontro seguinte, dia 12, realizamos um jogo no qual os alunos lidavam com máscara de mergulho e snorkel para que comesçassem a se familiarizar com esses equipamentos. Foram momentos em que eles se divertiram bastante com suas próprias dificuldades, afinal para alguns era o primeiro contato com esses equipamentos. Ainda nessa reunião, os grupos fizeram desenhos dos profundímetros que pretendiam construir com a orientação da desenhista industrial que é colaboradora do projeto. Todos optaram por construir profundímetros com tubos aproximadamente cilíndricos abertos na extremidade que ficaria para baixo e relacionaram o volume de ar que fica no profundímetro com a profundidade. Para fazer os profundímetros cada grupo usou diferentes objetos: uma mamadeira, uma pipeta, um tubo de ensaio, e um tubo de vidro cilíndrico.

No encontro do dia 19, discutimos questões teóricas, relacionadas com a construção da escala; e questões práticas, como o material que usariam, como fariam a leitura do instrumento, como seria transportado e como evitariam a saída e entrada do ar.

No domingo, dia 24, levamos os alunos para Niterói – RJ onde fizemos uma familiarização com máscara e snorkel em uma piscina e na praia de Itaipu. Alguns grupos trouxeram seus protótipos para serem experimentados nessas condições.

No dia 26, último encontro antes da atividade, realizamos uma palestra para os monitores e outra para os responsáveis proferida pelo instrutor da operadora de mergulho esclarecendo detalhes sobre o mergulho de batismo, segurança e aspectos sobre mergulho em geral. Nessa palestra também foram apresentados aos alunos aspectos do mergulho relacionados à hidrostática, óptica e reações do corpo humano.

E desejável que nesses sete encontros os alunos consigam resolver todas as questões que se referem a construção do profundímetro. Nesse ponto, a intervenção

docente é muito importante, desde que não se responda às suas indagações. Ajudando-os a formular claramente suas próprias questões é possível levá-los a respondê-las. Trata-se de dar subsídios. Não só nos aspectos ligados à Física, mas aspectos práticos do desenvolvimento do projeto, como representação gráfica, material a ser utilizado e ergonomia.

Ainda durante esse mesmo período se dão os jogos e instruções que pretendem prepará-los para o mergulho. Esse é indiscutivelmente um aspecto crucial. Mergulhar com todo aquele equipamento não é como realizar uma caminhada ou tomar um banho de mar. Alunos e pais podem ter receio, e de fato a segurança é um aspecto fundamental. Portanto, o comparecimento dos instrutores na escola para prestar esclarecimentos a pais e alunos é indispensável pois são eles os responsáveis pela segurança de todos aqueles que não são mergulhadores.



**Figura 5- atividade em Niterói**

## A atividade

O grupo se reuniu em frente à entrada principal do CAp/UFRJ às 7h do dia 7 de julho, sábado, para partir para Arraial do Cabo em duas vans fretadas. Eram catorze monitores, cinco ex-monitores, três licenciandos de Biologia e um de Física, três professores de Biologia, três professores de Física, e uma desenhista industrial. Os monitores foram em uma das vans e a equipe responsável noutra. Alguns monitores



mostraram-se ansiosos em relação ao funcionamento do profundímetro, alguns faziam contas outros tentavam marcar a escala com esmalte de unha, outros tinham sono pois houvera uma festa do colégio na noite anterior.

O tamanho da equipe responsável se justifica de diversas formas. Primeiramente, são pessoas que querem participar da viagem e do mergulho e podem ajudar de alguma forma. Desde preparar o café da manhã a realizar atividades de cunho pedagógico podem ajudar durante a Aventura Científica.

Os grupos ainda trabalhando nos seus profundímetros demonstrou que o tempo de preparação esteve próximo ao limite mínimo.



**Figura 6 - chegada na operadora de mergulho no sábado.**

Às 11h, chegamos a Arraial do Cabo e fomos para a casa onde ficaríamos hospedados. De lá iríamos para a operadora de mergulho e para que não perdêssemos tempo em casa organizamos uma gincana com os monitores que aconteceria durante todo o fim de semana. Eles foram divididos em três outros grupos, dois de moças e um de rapazes, cada grupo ocupando um quarto. Os grupos tinham nomes de variáveis termodinâmicas, pressão, volume e temperatura, e ganharia a gincana aquele que consumisse menos tempo arrumando suas coisas na chegada, tomando banho, levantando de manhã e arrumando o quarto na saída. Os ex-monitores foram

responsáveis pela fiscalização dos grupos e contagem dos pontos. O grupo vencedor seria premiado no final da atividade.

Às 12h chegamos à operadora e já no barco os instrutores de mergulho deram as últimas instruções àqueles que realizariam o mergulho de batismo naquele dia. Partimos em dois barcos para o local definido pelos instrutores para realizarmos os mergulhos. Essa escolha depende das condições do mar e meteorológicas sendo a única exigência da atividade que fosse possível atingir 10m de profundidade. Apesar de toda excitação eles mantiveram-se atentos durante as explicações dos instrutores. Pudemos observar que durante a viagem as belezas da costa de Arraial do Cabo chamaram a atenção de alguns alunos.

Os grupos definiram quais integrantes mergulhariam no sábado e quais no domingo. Durante o mergulho os alunos dispunham de aproximadamente 30min, limitados pela quantidade de ar no cilindro. No sábado, nos primeiros quinze minutos era feita a adaptação com o equipamento e observações do fundo do mar, para que nos últimos minutos os monitores se dedicassem a testar ou calibrar seus profundímetros. Cada aluno realizava três ou quatro medidas de profundidade, previamente combinadas com o instrutor, comparando-as com as medidas dos profundímetros de referência e anotando, debaixo d'água, com um lápis 2B sobre uma prancheta de acrílico. Com isso eles deveriam corrigir os possíveis defeitos e imperfeições da escala de seu instrumento.



**Figura 7 - um monitor calibra seu profundímetro sob supervisão do instrutor.**

Os demais alunos que não estavam mergulhando com o cilindro realizavam mergulhos em apnéia com a equipe de Biologia observando a fauna e a flora marinha do local. Alguns exemplares dos filos Molusca, Echinodermata e Cnidária foram trazidos a

bordo para que pudessem ser mostrados aos alunos, identificados e classificados pelos biólogos antes de serem devolvidos ao mar. Além disso, os alunos também discutiram com os colegas de grupo suas impressões sobre o funcionamento e a forma de utilização do profundímetro. Todos mostraram uma grande preocupação em realizar as medidas com todo o cuidado e alguns chegaram a fazer um certo esforço pois não adaptaram-se bem com as compensações de pressão no ouvido interno.

Nesse momento se pode perceber claramente o envolvimento dos alunos com as questões do profundímetro. Eles evidentemente aproveitam o passeio, tomam banho de mar e sol mas mantêm-se atentos aos problemas e trocam muita informação sobre as impressões que tiveram.

Às 17h30min voltamos para o cais arrastando uma rede de plâncton que seria observado ao microscópio na casa em que estávamos hospedados. Lá chegando, demos algum tempo aos alunos para que se reunissem para planejar o que fariam no segundo dia de mergulho, lembrando a eles que disporiam de mais uma oportunidade de testar e calibrar o profundímetro durante o mergulho antes do teste final. Em seguida, fomos jantar, retornando às 21h.



**Figura 8- relaxando ao som do violão na noite de sábado.**



Observamos os seres presentes no plâncton nas lâminas do microscópio e a equipe de biologia promoveu um debate animado, apesar do cansaço de alguns dos monitores, em que foi discutido o que os eles observaram durante o dia no mar e ao microscópio. Às 22h fizemos uma dinâmica em que cada pessoa falou rapidamente da sua experiência ao longo do dia e suas expectativas para o dia seguinte. Às 23h começamos a nos recolher e um pequeno grupo permaneceu por mais uma hora reunido tocando violão.

No dia seguinte acordamos os alunos às 6h e fomos até a Praia dos Anjos, sob protestos dos que tinham mais sono, onde realizamos dois jogos de equipe: o primeiro, uma adaptação do rugby; e, no segundo, freesbee, um disco deveria ser arremessado dentro da baliza adversária. Apesar de todo desgaste físico os monitores se divertiram na atividade.

*“No dia seguinte... Beto nos levou para jogar rugby e freesbee (sem dívidas muito divertidos e cansativos).” [GRUPO CONSTANTE DE PLANCK. Relatório: Segunda Aventura Científica.]*

Às 8h30min retornamos à casa para o café da manhã e saímos às 9h30min para a operadora de mergulho. Repetimos as atividades do dia anterior, de modo que mergulharam aqueles alunos que ainda não o tinham feito. A diferença ficou por conta do último integrante de cada grupo a mergulhar que deveria registrar com o seu profundímetro três profundidades previamente combinadas por nós com os instrutores e desconhecidas pelos alunos. Cada grupo tinha um conjunto diferente de profundidades a determinar. Os colegas de grupo esperaram ansiosos o retorno daquele que faria o teste final. Ao final dessa atividade, quando o barco já voltava para o cais divulgamos aos alunos as profundidades que eles deveriam ter medido. Dois dos quatro grupos acertaram as três medidas dentro da margem de erro, um acertou duas e o outro errou todas, o que deixou o grupo todo bastante satisfeito uma vez que todos consideravam a proposta um grande desafio e não tinham certeza se conseguiriam.

O resultado mostrou que um dos grupos, ou aquela pessoa, que realizou o teste do profundímetro, não conseguiu resolver suas dificuldades em tempo. Mas eles declararam no relatório que na última calibração esteve tudo bem. Provavelmente, como eles julgaram estar mais fundo que a medida do profundímetro de referência, devem ter deixado escapar o ar no momento do teste.



Retornamos à casa às 15h30min para preparar o retorno ao CAP/UFRJ. Às 17h premiamos os alunos do quarto vencedor da gincana e retornamos ao Rio de Janeiro, com uma parada na estrada para um lanche, chegando às 21h no CAP/UFRJ.

## Os resultados

Discutimos os resultados da atividade nos baseando nas nossas observações, nos resultados das medições de profundidade pelos monitores e nos relatórios apresentados pelos grupos.

Os monitores, de um modo geral, consideraram a proposta desafiadora e ficaram muito motivados com a possibilidade de mergulharem com cilindro de ar comprimido em Arraial do Cabo.

*“Notificaram-nos que iríamos mergulhar [aplausos] em Arraial do Cabo para assim desenvolvermos um dispositivo simples capaz de avaliar a profundidade em que se encontra o mergulhador. Ai pensamos: ‘Nossa isso é impossível!’.”* [GRUPO CONSTANTE DE PLANK. Relatório: Segunda Aventura Científica]

*“Todos ficaram entusiasmados para a viagem a Arraial do Cabo, um pouco confusos sobre o profundímetro... Teríamos que construir um aparelho capaz de medir profundidade. A idéia era divertida, só não sabíamos por onde começar.”* [GRUPO CARGA DO ELÉTRON. Relatório NAF – Segunda Aventura Científica]

*“Ao sabermos que a aventura aconteceria em Arraial do Cabo todos ficaram muito contentes apesar de toda a preocupação com a criação do profundímetro.”* [GRUPO VELOCIDADE DA LUZ. Relatório da 2ª Aventura Científica]

Concluíram que a profundidade não poderia ser determinada diretamente de um modo prático durante o mergulho. Alguns levantaram a possibilidade de determinar a profundidade através de uma medida de pressão mas não sabiam como poderiam medi-la, nem sua relação exata com profundidade.

*“Nosso grupo tinha a noção intuitiva de quanto maior era a profundidade, maior seria a pressão exercida pela água. Então descobrir como varia a pressão é a chave para descobrir a*

*profundidade.*” [GRUPO CONSTANTE DE HUBBLE. Relatório sobre a segunda aventura científica]

A partir da apresentação do Teorema de Stevin e da Lei de Boyle adquiriram confiança na possibilidade de construir o instrumento. Os grupos conseguiram estabelecer uma escala *a priori* usando a aproximação de que a cada 10m de profundidade a pressão sofre um aumento de 1atm.

*“Neste mesmo posto, enquanto J. dormia, A. e D. aproveitaram para fazer as ‘marcações ideais’ no profundímetro, ou seja, os valores obtidos matematicamente.”* [GRUPO CONSTANTE DE PLANK. Relatório: Segunda Aventura Científica]

*“Não demorou muito para se concluir que a solução seria usarmos a pressão à qual nós estaríamos sujeitos enquanto estivéssemos mergulhando. A cada 10 metros de profundidade a pressão sobre o mergulhador aumentaria em 1atm (atmosfera). É interessante lembrar que a pressão ao nível do mar é de 1atm. Logo, a 10 metros de profundidade, a pressão seria de 2atm, a 20 metros, 3atm, e assim por diante.”* [CARGA DO ELÉTRON. Relatório NAF: Segunda Aventura Científica]

Portanto em uma certa profundidade a coluna de ar deveria ter se reduzido correspondentemente de acordo com a lei de Boyle.

*“Se o processo for realizado lentamente em equilíbrio térmico com o ambiente o comportamento de um gás se dará tal que quanto maior a pressão, proporcionalmente menor é o volume ocupado pelo gás. (...) (sabemos que a expansão do gás e compressão do gás não se dá de forma isotérmica. Quanto maior a profundidade, menor a temperatura. Mas como no intervalo que queríamos medir essa variação era muito pequena e por isso ela foi desprezada)”* [GRUPO CONSTANTE DE HUBBLE. Relatório sobre a segunda aventura científica]

Dois grupos, Carga do Elétron e Constante de Hubble, deduziram a relação matemática entre profundidade e variação do volume no relatório, tendo o segundo feito ainda uma tabela de conversão de profundidade em volume de ar dentro do profundímetro e atentado para a hipótese da temperatura sofrer apenas uma pequena variação. Entretanto, não falaram do valor das constantes que usaram sendo fácil perceber que adotaram pressão atmosférica,  $10^5 \text{Pa}$ , aceleração da gravidade,  $10 \text{m/s}^2$ , e densidade da água,  $10^3 \text{kg/m}^3$ .

### Fórmula final

*Todos os homens por natureza desejam conhecer (Aristóteles)*

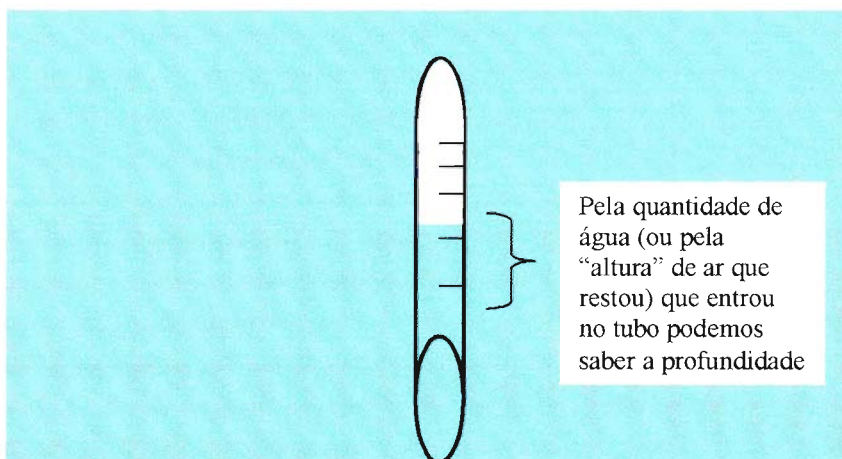
Seja  $p_0 V_0 = p \cdot V$  (1) e  $p = p_0 + \rho \cdot g \cdot h$  (2) temos:

$$V(\text{m}^3) = \frac{p_0 (g/\text{m}^2) \cdot V_0(\text{m}^3)}{p_0 (g/\text{m}^2) + \rho g h (g/\text{m}^2)}$$

$$V = \frac{10 V_0}{10 + h} \quad (3)$$

**Figura 9 - Trecho do relatório do grupo Constante de Hubble com a dedução da relação matemática entre profundidade e volume.**

Não ficou claro se todos os grupos compreenderam perfeitamente a relação matemática entre as grandezas envolvidas, mas percebemos que compreenderam que, através da altura da coluna de ar (volume), poderíamos determinar a profundidade, mesmo que, no pior dos casos, tivéssemos que determinar a escala a posteriori a partir de um profundímetro de referência. Podemos dizer pelos resultados das medições e pelos relatórios que os



**Figura 10- Desenho do profundímetro constante no relatório do grupo Carga do Elétron. É notável que indica a não linearidade da escala.**

monitores notaram a não-linearidade da escala do seu instrumento.

O grupo que não acertou as medidas também não levantou nenhuma hipótese para a discrepância das suas medidas o que reflete que ainda não perceberam a importância disso no processo de aperfeiçoamento do instrumento.

Os monitores mostraram responsabilidade e uma boa capacidade de organização durante toda atividade, e seriedade nos momentos em que realizavam suas medições e desenvolviam seus profundímetros. E também declararam ter gostado da Aventura Científica n.º 2 .

*“Reservamos este espaço para falar de outras coisas, não diretamente ligadas às medições mas que valem a pena serem lembradas: os jogos na praia, o jantar no restaurante de frutos do mar (misturado com chinês) e a roda de música no final do primeiro dia, são coisas que jamais esqueceremos e que devemos lembrar para sempre.”* [GRUPO CONSTANTE DE HUBBLE. Relatório sobre a segunda aventura científica]

*“Logicamente adoramos a viagem, mas infelizmente tudo que é bom dura pouco. E com certeza apesar do nosso ‘fracasso’ a aventura vai sempre lembrada como um sucesso.”* [GRUPO CONSTANTE DE PLANK. Relatório: Segunda Aventura Científica]

## CONCLUSÃO

### ***Em relação ao trabalho com os alunos no NAF***

A participação do grupo de monitores do NAF vem sendo fundamental no desenvolvimento dos trabalhos de grupo, que sempre envolvem alguma atividade experimental, dos alunos do 1ª série do Ensino Médio pois só assim é possível que os grupos sejam atendidos, uma vez que o professor não pode ter a mesma disponibilidade que os 18 monitores. Mais que isso, os monitores participam da avaliação do envolvimento e organização dos alunos do grupo.

Outro aspecto interessante do trabalho de monitoria diz respeito a revisão dos conteúdos e aprimoramento das habilidades e competências objetivados na 1ª série. Essa revisão é enriquecida pelo novo olhar que os monitores lançam sobre esses conteúdos uma vez que seus objetivos são distintos dos de outrora. Nesse novo momento interessa a eles intermediar a relação que seus monitorados estabelecerão com o conhecimento e isso parece impingir-lhes um comprometimento maior com o que estão fazendo.

No NAF os monitores também podem aprofundar seu interesse pela Física e outros ramos do conhecimento que dela fazem uso em sua fundamentação. São também informados sobre cursos, exposições, palestras e livros que possam ampliar seus conhecimentos na sua área de interesse.

Nas Aventuras Científicas eles desenvolvem a capacidade de formular hipóteses que possam ser testadas, começam a compreender o significado e as limitações de uma medição aprendendo a relacioná-los aos instrumentos e métodos utilizados e percebem a importância disso na corroboração ou refutação de hipóteses e teorias

### ***Em relação ao trabalho com os alunos na Aventura Científica nº 2***

Na Aventura Científica nº 2 a observação da contração da quantidade de ar contida em um recipiente em função da pressão, por se dar em um mergulho, torna-se quase inesquecível, dado o impacto que a transformação do mundo submarino em um grande laboratório de Física tem sobre os rapazes e moças. A Lei de Boyle e o Teorema de Stevin ficam incorporados em uma experiência única que passa a fazer parte do repertório de referências, sensoriais ou intelectuais, de que estes alunos poderão lançar mão quando estes temas vierem à tona. Mais que isso, todas as etapas percorridas pelos

grupos no processo de resolver o desafio conferiram aos alunos uma capacidade de refletir criticamente sobre qualquer processo de aquisição de dados, de funcionamento de um instrumento ou da confiabilidade de uma medição.

Os resultados nos pareceram satisfatórios do ponto de vista da motivação dos monitores em seu trabalho junto ao NAF e do ponto de vista da aprendizagem do grupo de monitores. Entretanto, nesse segundo aspecto talvez possa ser feito mais no sentido de incentivá-los a criticar seus métodos, hipóteses e instrumentos a partir dos resultados obtidos.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. *Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional n.º 9.394*, de 20 de dezembro de 1996.

BRASIL. Ministério da Educação e dos Desportos. Câmara de Educação Básica do Conselho Nacional de Educação. *Resolução n.º 3*. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. De 26 de junho de 1998.

\_\_\_\_\_, Conselho Nacional de Educação. *Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em Nível Superior, curso de licenciatura, de graduação plena*. De 8 de maio de 2001

\_\_\_\_\_. *Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio)*  
Disponível em : <[www.mec.org.br](http://www.mec.org.br)>

PERRENOUD, P. *Avaliação: da excelência à regulação das aprendizagens - entre duas lógicas*; trad. Patrícia Chittoni Ramos. Porto Alegre: Editora Artes Médicas Sul 1999

\_\_\_\_\_. *Dez Novas Competências para Ensinar*; trad. Patrícia Chittoni Ramos. Porto Alegre: Editora Artes Médicas Sul. 2000