
UM HIGRÔMETRO DE VAGEM E A FÍSICA NO ENSINO FUNDAMENTAL*

Reinaldo Carvalho Silva

Centro Federal de Educação Tecnológica de Santa Catarina

Maria Conceição Coppete

Annik Silva

Ricardo Pinheiro de Lima

Jessee Severo Azevedo Silva

Escola Autonomia

Sandro da Silva Livramento Machado

Colégio Estadual Padre José de Anchieta

Florianópolis – SC

Resumo

Descreve-se a construção de um instrumento destinado a medidas de umidade do ar, baseado nas propriedades da vagem do sombreiro (Clitoria fairchildiana). Este higrômetro de construção fácil, a ponto de ser executada por alunos iniciantes no estudo das ciências físicas e biológicas, foi desenvolvido em uma turma de 3ª série do ensino fundamental. Como parte integrante de um projeto sobre água, a fabricação do instrumento foi precedida de estudos sobre evaporação e demonstrou a vantajosa possibilidade de construir os conceitos básicos de biologia e Física de forma integrada. São também sugeridos experimentos ainda não realizados com esse aparelho. O objetivo maior deste trabalho não se situa exatamente em torno do higrômetro, mas na ilustração de como se pode explorar as várias possibilidades de um experimento simples de modo integrado ao contexto mais amplo do ensino por projetos. As informações foram obtidas através da observação direta dos docentes envolvidos e da produção textual dos alunos.

Palavras-chave: *higrômetro de vagem, interdisciplinaridade, ensino por projetos.*

* Publicado no Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 19, n. 2, ago. 2002.

I. Introdução

É muito nítido que, em muitas instituições de ensino no Brasil, os professores encarregados de conduzir o processo de ensino em ciências no ensino fundamental têm formação em Biologia, sem grande entusiasmo em relação ao ensino de Química ou Física¹. Uma das nefastas conseqüências disso é que, na prática, o ensino de ciências neste nível, na maioria das escolas, restringe-se quase exclusivamente à biologia. Física e Química só são introduzidas, mas ainda de modo desconectado da Biologia, na 8ª série quando, pelo elevado grau de estranheza, tornam-se os “bichos-papões” dos alunos daquela fase. É evidente que durante o “reinado” absoluto dos bichos e plantas nas primeiras séries, inúmeras oportunidades de inserção de Física e Química são deixadas de lado, sem qualquer justificativa pedagógica plausível. Rejeitamos o argumento de que elas, exigindo estruturas mentais de maior abstração que a Biologia, devem conseqüentemente ser deixadas para mais tarde. Não é verdade que todo o ensino de biologia seja descritivo^{2,3}, tampouco que todo o ensino de Física e Química seja abstrato⁴. Como prova disto, alguns autores vêm desenvolvendo projetos de ensino, nos quais as duas disciplinas são estudadas em séries iniciais do ensino fundamental, com grande sucesso^{1,5,6}. Também não se pode atribuir essa falha à ausência de textos didáticos nos quais as ciências físicas e biológicas sejam tratadas de modo harmoniosamente integrado⁷⁻¹⁰. Infelizmente, o que parece acontecer em muitas escolas é que os professores de Física e Química não se interessam pelo ensino fundamental e os de Biologia não se interessam pelo ensino de Física e Química.

O trabalho aqui descrito é um dos resultados alcançados pela mobilização de um grupo de professores contra a tendência habitual, propondo para uma turma de 3ª série do ensino fundamental projetos que, integrando as ciências físicas e biológicas entre si e com outros domínios do conhecimento humano, como artes e literatura, provocassem nos alunos um instigante e produtivo trânsito interdisciplinar¹¹. As atividades foram desenvolvidas durante o ano de 2000, na Escola Autonomia (ensino fundamental e médio), da rede privada, região central de Florianópolis. A maior parte do trabalho foi conduzida pela professora regente da turma, com esporádicas intervenções de professores de Física e Química do ensino médio, tendo algumas aulas sido conduzidas “a quatro mãos”. Este ambiente cooperativo produziu resultados imediatos e parece mesmo imprescindível, se considerarmos a virtual impossibilidade de qualificar em alto nível os docentes do curso fundamental, nos domínios das ciências físicas e biológicas.

As bases filosóficas deste trabalho consideram que o homem, configurando-se por sua totalidade, é um ser histórico que se constrói ao relacionar-se com o mundo concreto, ao estabelecer relações e interações com outros homens, apropriando-se dos dados da cultura pelas mediações simbólicas que estabelece. Inspira-se, portanto, na visão sócio-histórica da educação desenvolvida por L. S. Vigotsky.

II. Em que momento apareceu o higrômetro de vagem

O projeto "Um gole de Informação" estava em andamento e dizia respeito à água, seu ciclo na natureza, sua importância para a sociedade humana e para os demais seres vivos, suas fontes, seus processos de tratamento e purificação, sua ameaça de escassez generalizada em futuro ameaçadoramente próximo e seu manejo auto-sustentável. A categoria **evaporação**, em vários momentos, mostrava-se fundamental e por isso haviam sido feitos trabalhos práticos com panos úmidos¹² em diversas situações de temperatura, ventilação, umidade do ar e superfície de exposição, considerando sempre como variável dependente a taxa de evaporação (avaliada pelo tempo necessário para a secagem dos panos). A transposição para a vida dos vegetais foi imediata. Na época seca, as árvores deixam cair suas folhas para que a drástica diminuição da área foliar acarrete uma queda na taxa de evapo-transpiração. Dessa forma, as árvores defendem-se de uma ilimitada perda de água que as conduziria à morte. Foi discutido também o interessante mecanismo de reprodução da leguminosa *Clitoria fairchildiana*, conhecida em algumas regiões do Brasil pelo nome de sombreiro¹³. Esta, muito utilizada em arborização de ambientes urbanos, produz vagens de 30 a 40cm de comprimento, com largura de 3 a 5cm. Na época seca, essas vagens, sofrendo gradual perda de água, executam um movimento de torção, cada lado da vagem em um sentido. O resultado é que, repentinamente, o fruto parte-se longitudinalmente, lançando suas sementes que ficarão no solo até que venham os dias chuvosos possibilitando a germinação. Nos dias muito secos, é possível observá-las abertas e totalmente retorcidas, como chifres de cabritos monteses.

A torção da vagem controlada pela água foi testada em sala pelos alunos. Diversas metades de vagens foram distribuídas e o professor lançou a hipótese de trabalho "a torção da vagem está associada à evaporação de água", convidando os alunos a elaborarem um experimento que testasse essa hipótese. As categorias **hipótese**, **experimento** e **verificação ou falsificação de hipóteses** já haviam sido construídas em conjunto com os alunos em um projeto anterior¹⁴. Eles prontamente sugeriram medir a distância entre as pontas da vagem, molhá-la e depois repetir a medição, observando suas alterações. Alguns grupos usaram uma régua e outros fizeram em um papel apenas duas marcas correspondentes às suas extremidades. Em seguida, todas foram borrifadas com água. Após dez minutos, as medições foram repetidas e a hipótese confirmada. Verificaram também que o que tornava as extremidades mais próximas ou distantes era uma torção menor ou maior da vagem. Após cerca de meia hora de hidratação das vagens, era bem evidente um número de voltas menor em cada metade de vagem. O professor então utilizou um secador de cabelo para acelerar o processo de secagem, conduzindo os alunos à conclusão de que o fenômeno era **reversível**. Como o conceito de **propriedade dos materiais** estava em processo de construção desde as

aulas de Química¹⁴, os resultados com a vagem foram sistematizados como **propriedades do material vagem**.

Outro sistema dependente da água também foi estudado – a cor do papel embebido em solução de cloreto de cobalto. Borrifando água ou secando o papel com auxílio do secador de cabelo, os alunos perceberam a transição de cor: azul para o CoCl_2 anidro e rosa para o sal hidratado. Neste momento, o professor lançou a questão da instrumentação na ciência, conduzindo as discussões sobre o aproveitamento das propriedades dos materiais, vagem e cloreto de cobalto, para a realização de medições de umidade. O galinho de cobalto, uma estatueta em que as asas da ave são embebidas em sais de cobalto, foi apresentado como uma primeira possibilidade de medida aproximada.

O aproveitamento da vagem do sombreiro foi principiado com as questões:

➤ *Se a umidade do ar era uma variável importante, não poderíamos nos valer da propriedade da vagem do sombreiro para construir um medidor de umidade do ar?*

➤ *Como seria então tal instrumento?*

Com estas questões, que foram seguidas de intensa participação dos alunos, o projeto do higrômetro foi elaborado. Em meio à torrente de idéias dos alunos, o professor mostrou que, usando o princípio das alavancas, seria possível amplificar a elongação da vagem, tornando o instrumento capaz de perceber variações de umidade bem pequenas. Isso foi feito com o auxílio de uma régua longa que era movimentada com o fulcro em diferentes posições, evidenciando as diferentes amplitudes de oscilação de cada parte da régua. Com lápis, borracha e a mediação do professor, os alunos construíram o higrômetro no papel. O momento seguinte transformou a sala de aula em oficina e cada grupo construiu o seu instrumento.

III. Descrição do instrumento

O higrômetro é muito simples e de fácil construção, tendo sido levada a cabo rapidamente pelos alunos (1-2h). O material necessário e o desenho esquemático da Fig. 1 a seguir mostram como se constrói o instrumento. Com alunos de 8 ou 9 anos de idade, o professor preferiu levar as peças de madeira já cortadas, evitando os riscos trazidos pelo manuseio de serrotes. As medidas que serão apresentadas para as peças não são rígidas.

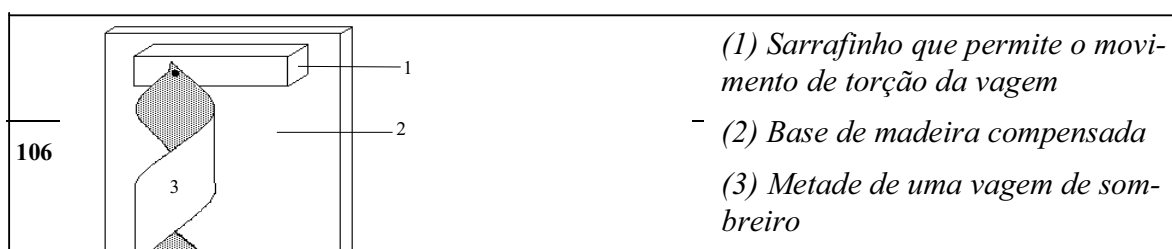


Fig. 1 - O higrômetro de vagem.

IV. Material necessário

Meia vagem de sombreiro que já tenha caído da árvore; um pedaço de madeira compensada medindo 50 x 15 x 0,7 cm; um sarrafinho de madeira de pinus medindo 12 x 3 x 2 cm; um pedaço de arame medindo 30 mm com diâmetro de 1mm; um alfinete longo de cabeça esférica; um peso de chumbo de pescaria com 10 a 25 g; um pedaço de papelão com 12 x 12 cm; um canudo de refresco; um pedaço de linha de pesca em poliamida (nylon) com comprimento de 25 cm e diâmetro de 0,30 a 0,60 mm; cola de PVA (cola branca); pregos 12 x 12; martelo, tesoura, alicate de bico e uma soveia ou outra ferramenta pontiaguda (o prego mesmo pode servir); borrifador de água; secador de cabelo.

V. Processo construtivo

Como medida de segurança, os pregos foram presos por alicates para serem martelados. Em primeiro lugar o sarrafinho foi colado e pregado na base de madeira compensada. Em seguida, com prego e cola, a metade da vagem de sombreiro foi fixada no sarrafinho. Na extremidade oposta da vagem, foi feito um pequeno orifício, com auxílio de objeto pontiagudo, onde foi fixado um fio de poliamida. Com alicate de bico foi modelado o anel-guia em arame e fixado com cola em um orifício efetuado na base. Foi feito também um pequeno orifício em uma das pontas do canudo de refresco e, na outra ponta, com uma tesoura, um corte em bixel, para funcionar como a ponta do ponteiro. No orifício feito no ponteiro, foi introduzido o fio de poliamida e dado um

nó de forma a deixar esticada a parte do fio que se conectava à vagem, e ainda, produzir uma nova ponta excedente na qual foi amarrado o peso de chumbo. Com tesoura foi recortada a escala em papelão e colada por trás da base de madeira compensada. Finalmente, foi fixado o alfinete-eixo do ponteiro a cerca de um quinto do comprimento do canudo. A posição de fixação do ponteiro na base foi arbitrariamente ajustada a fim de que o ponteiro indicasse aproximadamente o meio da escala.

Concluída a montagem, os alunos se divertiram borrifando água ou usando o secador de cabelo enquanto observavam o sensível deslocamento do ponteiro. Os instrumentos construídos por eles foram fixados à parede da sala de aula e ali ficaram com os ponteiros movimentando-se de acordo com a condição de umidade do ambiente.

O momento seguinte foi destinado a idéia de **calibração**, com o professor mostrando que, até então, o higrômetro construído era um instrumento cuja leitura variava com a umidade, mas não poderia efetivamente medir umidade sem que houvesse valores na escala. Além disso, seria interessante que os valores lidos estivessem de acordo com os de qualquer outro higrômetro. Os alunos logo sugeriram que arranjassemos um higrômetro comercial e com ele em sala de aula poderíamos, com o passar dos dias, construir a escala dos nossos higrômetros. Esta etapa infelizmente não pôde ser efetivada. Ao invés disso, foi feita uma calibração grosseira. Após vários dias secos (dias ensolarados, com vento sul, em Florianópolis), retirou-se o alfinete-eixo da base, mudando a sua posição até que o ponteiro indicasse o ponto mais alto, e ali foi marcado um traço com o valor “seco”. Afixou-se em definitivo o alfinete-eixo. Após uma semana de chuva, foi também considerado como se o ar estivesse quase saturado de umidade e marcado o ponto “úmido” da escala. Nos demais dias o ponteiro se moveu entre estes limites, tendo sido possível fazer leituras aproximativas como “mais ou menos seco” e outras desse gênero.

Durante todas as etapas dos estudos sobre medição de umidade do ar, os alunos foram estimulados a fazer, no caderno, um registro escrito.

VI. Registro escrito pelos alunos

Nos cadernos dos alunos, encontram-se os desenhos do higrômetro, recortes do papel de cloreto de cobalto, anotações do comprimento da vagem antes e depois de borrifar água, etc. Alguns trechos serão transcritos aqui, *ipsis litteris*.

Hipótese: *A vagem de sombreiro se enrola quando o ar está seco.*

Experimento: 14:43h

14:50h → nada

15:00h → +2mm

15:05h → +3mm

15:37h → +1cm

O aluno Fábio anotou a hipótese de trabalho e, sob a forma de uma rudimentar tabela, associou o tempo (a hora lida no relógio da sala de aula) com o comprimento que a vagem alcançou.

*Papel de cobalto azul + água → papel de cobalto rosa + secador de cabelo →
Papel de cobalto azul*

Aqui Fábio copiou da lousa a equação química simplificada que descreve a mudança de cor do papel de cloreto de cobalto com a água e, por sua própria elaboração, completou a “equação” quando mostrou que era possível reverter a mudança de cor pela secagem do papel.

Papel de cobalto rosa-água → papel de cobalto azul

O aluno João S. completou a equação mostrando que o essencial na intervenção do secador de cabelo é extrair água do cloreto de cobalto.

Observamos que, se não molharmos a vagem, o canudo descerá, pois a vagem estará seca. Podemos concluir que, se a vagem estiver molhada, o canudo estará mais acima do que com a vagem seca.

Thiago, 4 dias após a conclusão da construção do higrômetro, observa que, sem molhar a vagem, o ponteiro indica um valor baixo de umidade e inverte esta situação para indutivamente concluir:

Em dias de sol a umidade é menor que em dias chuvosos.

O interessante aqui é que o aluno Leonardo não se preocupa com o desempenho do instrumento. Considerando-o confiável, ele volta sua atenção para a relação entre a condição atmosférica e a umidade do ar.

20cm às 2 horas 39 minutos e 30 segundos. Em 3 minutos, cresceu 1 cm. Em 4 minutos, cresceu 1,1 cm. Hipótese confirmada. 2 horas e 45 minutos. A vagem é revertível. Nós vamos tentar construir um higrômetro de vagem.

As anotações do aluno Rafael G., embora contendo todas as informações e dados importantes, é muito desorganizada. Isso mostrou à equipe de professores a

importância de ensinar as possíveis formas de se organizar as informações após a execução dos experimentos.

Vagem nova cresce melhor.

Essa anotação, de um relatório sem nome, revela o interessante processo do aluno que observou vários higrômetros e tenta estabelecer uma regularidade.

VII. Sugestões de outras atividades

Utilizando-se o higrômetro construído de acordo com as instruções fornecidas neste artigo ou introduzindo-se algumas modificações, será possível realizar uma série de atividades, dependendo do curso e série dos alunos envolvidos. Algumas dessas atividades podem ser realizadas como trabalhos de casa:

a) Uma calibração mais rigorosa. Isso pode ser executado por alunos do curso médio ou mesmo fundamental (desde que estejam em séries mais avançadas). Pode-se usar o método dos dois termômetros: um de bulbo seco e outro de bulbo úmido^{2,9}. A diferença entre as temperaturas lidas nos dois está relacionada com a umidade.

b) Estudos que estabeleçam correlações entre a leitura de umidade e outros processos: tempo de secagem das roupas no varal; conforto térmico; proximidade de frentes frias; temperatura ambiente (Os dias quentes são sempre secos?); facilidade de gerar cargas elétricas por atrito; mudanças de cor do papel de cloreto de cobalto; tempo necessário para queimar uma folha de papel, etc. Verificadas as regularidades, tentar estabelecer algum tipo de explicação para elas.

c) Construir outros higrômetros, substituindo a vagem por outros materiais como: fio de algodão, fio de cabelo, tira de papel. Comparar o desempenho com o da vagem de sombrero e estabelecer uma generalização quanto ao mecanismo de funcionamento desses higrômetros.

d) Construir outros instrumentos como: termômetros¹⁵; birutas^{9, 16}; anemômetros¹⁶; e barômetros¹⁷. Utilizá-los em conjunto com o higrômetro na montagem de uma estação meteorológica artesanal. Fazer previsões de tempo.

e) Utilizar o higrômetro para descobrir qual o local mais úmido da escola. Distribuir diversos higrômetros e realizar medidas ao longo de um mês. Determinar a umidade média nos vários locais e compará-las. Observar se há alguma regularidade em relação às salas que disponham de aparelhos condicionadores de ar ou intensa ventilação.

f) Estabelecer correlação com a velocidade de crescimento de fungos. Construir várias caixas recobertas por folhas plásticas transparentes (de PVC ou polietileno). No interior das caixas, gerar ambientes úmidos, colocando diferentes substân-

cias dessecantes ou vasilhas com água. Em cada caixa, por um higrômetro e um pires contendo o meio de cultura, por exemplo, um pedaço de miolo de pão integral. Após uma ou duas semanas, observar os fungos ali presentes.

g) Estudar a força de retração da vagem com a queda de umidade. Para tanto, aumentar o peso de chumbo até que o encolhimento da vagem seja inibido.

h) Construir um higrômetro baseado na torção da vagem em lugar da retração-distensão. Comparar o desempenho deste com o instrumento anterior.

VIII. Uma importante recomendação

Os autores recomendam com toda a ênfase que, trabalhos como a construção do higrômetro não sejam encarados como apenas mais uma das tantas possibilidades de execução de uma aula prática descontextualizada mas, como foi aqui ilustrado, estejam integrados a projetos abrangentes e ricos em situações interdisciplinares. Foram as questões pertinentes ao projeto “Um gole de informação”, alcançando uma amplitude política e eco-social, que oportunizaram a construção do higrômetro e o desenvolvimento dos conceitos de Física, Química e Biologia. Essa visão, que não despreza o conhecimento especializado das ciências físicas e biológicas, procura alcançar domínios diferentes e, enfrentando os desafios da construção de um projeto humano auto-sustentável, é uma necessidade vital na educação pós-moderna.

IX. Conclusões

A construção de um simples e funcional higrômetro de vagem marcou uma integração entre os conteúdos de Física e Biologia no curso fundamental. Utilizando como ponte o conceito de evaporação, foi possível transitar desde a reprodução dos vegetais (regulada pela alternância entre as estações seca e úmida) até a instrumentação nas medidas de grandezas físicas. A colaboração prestada por professores do nível médio à regente de uma turma de 3ª série do curso fundamental viabilizou a exploração de aspectos da Física e Biologia como atividades integrantes de um projeto sobre água. A julgar pelo grau de entusiástico engajamento e pertinência na participação dos alunos, os professores envolvidos ficaram convencidos da possibilidade de inclusão dos estudos de Física muito antes da 8ª série. Um trecho do relatório do aluno João P. mostra de modo nítido que a construção de um simples instrumento pode desencadear discussões que conduzem à construção do conhecimento científico: “... gostei da atividade porque os aparelhos são sempre caros e complicados. Eu nunca pensei que nós mesmos pudéssemos construir um”. Não seria despropositado atribuir a essa frase um significado político: *Quem constrói um instrumento, precisa entendê-lo*

e quem se dispõe a entender os instrumentos, não se deixa manipular pela tecnocracia.

X. Referências bibliográficas

1. ZANON, L. B.; PALHARINI, E. M. A Química no Ensino Fundamental de Ciências. **Química Nova na Escola**, v. 2, p. 15-18, 1995.
2. BSCS: VERSÃO VERDE. **Biologia**. Texto adaptado pela equipe do Funbecc São Paulo: Edart, 1976.
3. FROTA-PESSOA, O. **Os caminhos da Vida. Biologia no Ensino Médio**. São Paulo: Scipione, 2001.
4. HERRON, J. D. Piaget for chemists. Explaining what good students cannot understand. **J. Chem. Ed.** v. 52, n. 3, p. 146-150, 1975.
5. LIMA, M. E. C.; AGUIAR Jr., O. Ciências: Química e Física no Ensino Fundamental. **Presença Pedagógica**, v. 6, n. 31, p. 39-49, 2000.
6. CHASSOT, A. Para que(m) é útil o nosso ensino de Química. **Espaços da Escola**, Ijuí, v. 5, p. 43-51, 1992.
7. AMBROGI, A.; LISBOA, J. C. S. **Misturas e Substâncias. Reações Químicas**. São Paulo: Cecisp, 1983.
8. WOLFF, J.; MARTINS, E. **Redescobrir: Ciências**. São Paulo: FTD, 2000.
9. CLEFFI, N. M.; AMBROGI, A. (coordenadoras) **Subsídios para a Implementação do Guia Curricular de Ciências**. Secretaria de Estado de Educação – São Paulo (SE). Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas (CENP) e Centro de Treinamento para Professores de Ciências Exatas e Naturais de São Paulo (CECISP). São Paulo, 1977.
10. BUNN, E. H. M. **Para Crescer na Escola**. Arco-Íris Casa Publicadora, 1998.
11. JANTSCH, A. P.; BIANCHETTI, L. **Interdisciplinaridade para além da Filosofia do sujeito**. Rio de Janeiro: Vozes, 1995.
12. LEMBO, A. et al **Ciências 3**. São Paulo: Moderna, 1995.

13. PINTO, R.A.; PINTO, J. M.; CARVALHO, A. G.; AZEREDO, L. C. Resumo QB25. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 24, 2001, Poços de Caldas. **Livro de Resumos...**
14. COPPETE, M. C.; SILVA, R. C. Caminhos da arte...criações e descobertas. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO DO COLÉGIO CORAÇÃO DE JESUS, II, 2000, Florianópolis. **Anais...** p.159.
15. GASPAR, A. **Experiências de Ciências para o 1º Grau**. São Paulo: Ática, 1992.
16. BUCKWALTER, L. **Electronics Experiments & Projects**. Howard W. New York: Sams & Co., 1966. p.108.
17. COTTON, F. A.; LYNCH, L. D.; MACEDO, H. **Curso de Química**. Rio de Janeiro: Forum, 1968. p.44.