

## A ARTE DE ESCREVER CONTOS PARA A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE CONCEITOS CIENTÍFICOS

(The art of writing stories for meaningful learning scientific concepts)

**Valdir Rosa** [val\_rdim@hotmail.com]

**Selma dos Santos Rosa** [selmadossantosrosa@gmail.com]

Universidade do Minho

Campus de Gualtar, 4710-057 - Braga - Portugal

**André Ary Leonel** [aryfsc@gmail.com]

Universidade Federal de Santa Catarina

Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima - Florianópolis - Santa Catarina - Brasil

### Resumo

Neste artigo, destacamos a importância da leitura para a aprendizagem de conceitos científicos, e apresentamos uma estratégia para elaboração de Contos a ser utilizado como material didático no Ensino Médio nas áreas de Física, Biologia, Química ou Matemática. A partir dos estudos da Teoria da Aprendizagem Significativa, procura-se mostrar que a *narração científica* elaborada segundo as diretrizes supramencionadas e aplicada seguindo uma metodologia própria se apresenta como organizador prévio do conhecimento e possibilita ao aluno a compreensão dos conceitos científicos e das relações que esses conceitos têm com o seu cotidiano. Assim, este artigo tem, como objetivo, apresentar um método para a construção de uma *narração científica* na forma de um Conto, o qual pode ser usado como material de aprendizagem potencialmente significativo. Destaca-se, ainda, que a utilização do Conto nas aulas induz um aumento de interesse e participação dos alunos pelo conteúdo estudado e os ajuda a compreender a relação dos conceitos científicos com o seu cotidiano.

**Palavras-chave:** narração científica; literatura; conto; aprendizagem significativa.

### Abstract

In this article, we emphasize the importance of reading as a tool for learning and we present a compendium of guidelines for drafting a Short Story to be used as teaching material for teaching in Secondary School in the areas of Physics, Biology, Chemistry or Mathematics. From the studies of the Meaningful Learning Theory, we seek to show that the scientific narrative prepared according to the above guidelines and applied following its own methodology, present as advance organizer of knowledge and to enable the students to understand the scientific concepts and relationships that these concepts have with their daily life. Thus, this article aims to present a method for building a scientific narration in the form of Short Story, potentiating learning materials to be applied in the classroom. We note also that the use of the Short Story in class induces an increase in interest of the students for the studied content and helps them understand the relationship of scientific concepts to their daily lives.

**Keywords:** science teaching; literature; short story; meaningful learning.

### Introdução

Buscar meios para motivar o estudante e nele despertar o interesse pelo objeto de estudo não é uma tarefa fácil. Atualmente, o professor conta com uma série de recursos que podem ser utilizados na sala de aula. Entre esses recursos, por um lado, existem as novidades tecnológicas resultantes da revolução digital e o acesso contínuo às redes sociais virtuais e, por outro, técnicas que podem parecer antigas, mas que nunca deixam de ser atuais, como a leitura de obras literárias. Sobre isso Zanetic (2006, p.47) lembra que “todo professor, independente da disciplina que ensina, é professor de literatura”.

A Literatura se apresenta como uma das alternativas a ser utilizada para motivar o aprendizado nas diferentes áreas e, se revela como material de aprendizagem potencialmente significativo a ser utilizado pelos professores de Ciências Exatas. Na Física, por exemplo, pode ser utilizada sob a forma de artigos de divulgação científica ou livros de ficção científica. Nesse sentido, Martin-Dias (1992), Piassi & Pietrocola (2007) e Gomes-Maluf & Souza (2008) buscaram utilizar recursos literários em suas aulas de Ciências para que os estudantes compreendessem os conceitos científicos e os relacionassem com o cotidiano. Para esses autores, os recursos literários, além de atuarem como mediadores do conhecimento, possibilitam a organização hierárquica dos conceitos pelos estudantes, levando-os não somente a refletir sobre os conteúdos disciplinares, mas também a transcender os conteúdos para questões de cunho social e filosófico.

A Física pode ser um conhecimento interessante na bagagem intelectual de uma pessoa. Ela pode ser tanto uma ferramenta básica para o engenheiro que projeta um eletrodoméstico quanto para o usuário que precisa ler e entender o manual de instrução. Ela pode ser tema de inspiração para um poeta ou instrumento de percepção para aquele que lê a poesia. (Cordeiro, 2003, p. 2)

Pelo exposto, buscou-se por meio de uma pesquisa qualitativa, divulgar uma proposta de diretrizes para a criação e a utilização de Contos no ensino de Ciências da Natureza na Educação Básica, na qual é possível envolver as áreas de Física, Biologia, Química e Matemática. Buscamos assim, reforçar a ponte existente entre as áreas supramencionadas e a Literatura para, com isso, levar o estudante a relacionar o conhecimento construído com situações reais, contribuindo, dessa forma, para uma visão mais real da ciência, de percepção de mundo e ação sobre ele. “O conhecimento físico deve permitir que o educando faça relações entre a ciências e suas aplicações, seja na cozinha de sua casa, seja na rua, num filme ou numa poesia” (Cordeiro, 2003, p. 5).

Optamos pelo gênero narrativo Conto por apresentar inúmeras vantagens, entre as quais se destacam: objetividade no discurso, dimensões reduzidas e variações mínimas de espaço e tempo. Não há grande variação de personagens, sendo que apenas alguns atores participam diretamente do conflito, não havendo, por isso, distrações ou “fuga de pensamento”, o que garante a possibilidade de trabalhar com mais ênfase os conceitos envolvidos nos fenômenos relatados na história.

Adotamos, como ponto de partida e como aporte teórico para organização e desenvolvimento deste trabalho, a Teoria da Aprendizagem Significativa, de Ausubel, Novak & Hanesian (1980). Em anexo, apresenta-se, como exemplo de narração científica, o conto denominado *Tratamento de choque: Um raio no campo de futebol*.

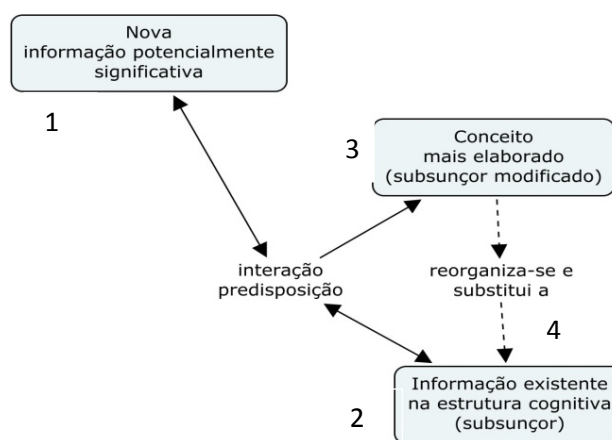
### **Aspectos da teoria da aprendizagem significativa e do conto**

A teoria da Aprendizagem Significativa, concebida por David Ausubel, em 1963, tem seu enfoque, principalmente, na aprendizagem cognitiva e, é caracterizada pela *interação* entre o “novo” conhecimento que será adquirido pelo indivíduo e aquilo que ele já conhece (conhecimento prévio). Portanto, para esse autor, um indivíduo só conseguirá internalizar o novo conhecimento quando encontrar um modo de integrá-lo ao conhecimento existente em sua base cognitiva, e para que ocorra a retenção, o novo conhecimento deve adquirir significados e o conhecimento prévio adquirir novos significados e, nessa interação, os dois se modificam, ocorrendo uma assimilação do novo conhecimento. Neste caso, em que o conhecimento apresentado adquiriu um novo significado, se tem uma aprendizagem significativa.

Por outro lado, Ausubel; Novak & Hanesian (1980) acrescentam que a aprendizagem também poderá ocorrer de forma mecânica, memorística, que representa a atividade de aprendizagem mais básica, que tem sido utilizada ao longo dos tempos, na escola tradicional, onde representa o armazenamento simples de conhecimento, que pode ser bem sucedido em alguns

casos. Na Aprendizagem Mecânica, a nova informação é apenas memorizada de maneira arbitrária, ou seja, não encontra relação com os outros conhecimentos existentes na estrutura cognitiva do indivíduo. Este tipo de aprendizagem pode levar ao esquecimento do que foi estudado como se o aluno nunca tivesse aprendido o conteúdo, pois na aprendizagem mecânica as relações são frágeis, já que “não requer compreensão e não dá conta de situações novas” (Moreira, 2000, p. 4).

Para haver Aprendizagem Significativa, é necessário, então, existir uma “âncora” na estrutura cognitiva do indivíduo. Ausubel, Novak & Hanesian (1980) denominaram essa âncora de *subsunçor*, que representa uma estrutura específica na qual a nova informação poderá ser integrada com maior facilidade ao conhecimento prévio. Com essa interação entre o conhecimento novo e o que já existe, ocorre uma modificação na forma de pensar do indivíduo, resultando em crescimento e formação de conceitos mais elaborados e mais complexos (*subsunçor* modificado). A Figura 01 é a representação esquemática desse processo.



**Figura 01: Conceito central da Aprendizagem Significativa**  
 Fonte: Rosa (2010).

O esquema representa a interação entre a nova informação (1) e o *subsunçor* (2), esta interação ocorre com algum conhecimento relevante, já existente na estrutura cognitiva do indivíduo. A nova informação interage com a informação existente e está adquire significados e, assim, o conhecimento prévio adquire novos significados e da interação, os dois se modificam e obtém um conceito mais elaborado (3). Esse novo conceito mais estruturado é internalizado, reorganiza-se e progressivamente torna-se mais estável e mais diferenciado, facilitando novas aprendizagens (4).

Para que a aprendizagem seja realmente significativa, são necessárias duas condições básicas. A primeira é que o material a ser aprendido deverá ser relacionável à estrutura cognitiva do aluno de maneira não arbitrária e não literal e ser potencialmente significativo, e a segunda, que o estudante deverá manifestar uma predisposição para aprender (Ausubel, Novak & Hanesian;1980; Moreira, 1983), ou seja, é necessário que exista interesse do estudante em aprender, não por gostar da matéria, mas porque o material apresentado possa trazer compreensão e apresentar relação com seu cotidiano. Que o material didático utilizado tenha significado lógico e satisfatórios para que o aluno consiga relacioná-los com o contexto de aprendizagem. Estabelecendo uma relação entre o que o aluno sabe com o que tem que saber, nesta negociação, e favorecer o processo de ensino e aprendizagem, utiliza-se de organizadores prévios, que são os materiais introdutórios apresentados antes do material a ser aprendido. Moreira (1983), reforça que tais organizadores são:

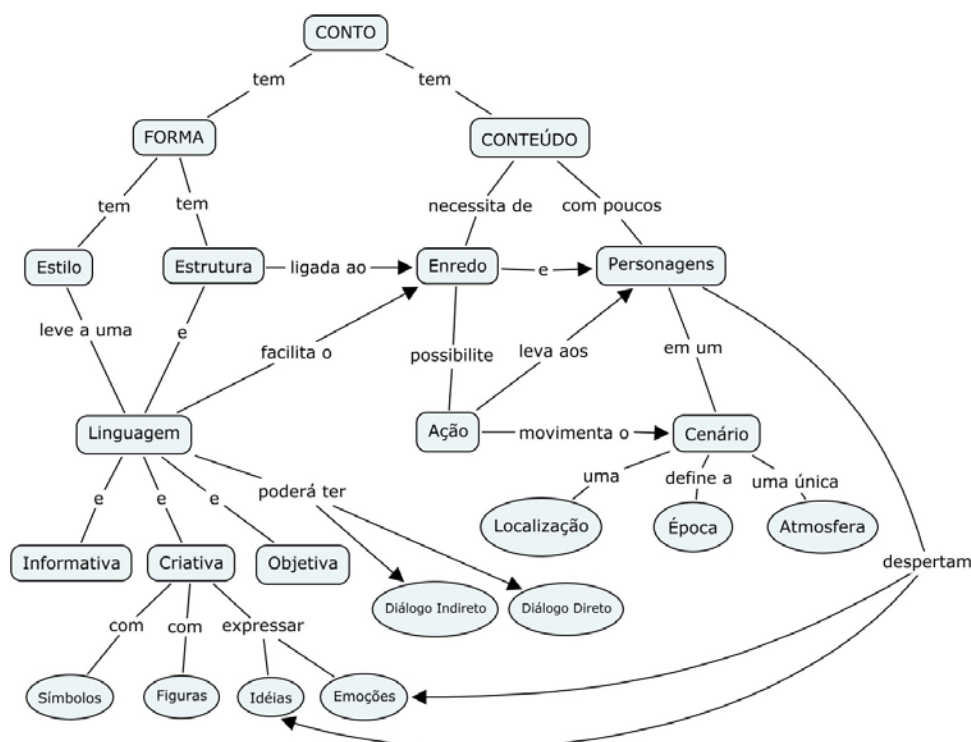
[...] materiais introduzidos antes do próprio material de aprendizagem e apresentados em níveis mais altos de abstração, generalidade e inclusividade. [...]. A principal função de

um organizador prévio é servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele precisa saber, para que possa aprender de maneira significativa o novo material (Moreira, 1983).

Por conseguinte, ao construir um organizador prévio, em um nível mais alto de generalidades, por exemplo, na forma de uma história literária, como introdução as aulas sobre Eletricidade, é essencial que o professor tenha em mente que o material de aprendizagem, no caso conceitos de eletricidade, deve conter os conceitos dos alunos, para que estes percebam relações entre suas ideias (subsúnciores) e os novos conhecimentos que se encontram em um nível de abstração maior, o que torna o material potencialmente significativo e, assim, com maior chance de se apresentar como facilitador do conteúdo que será aprendido. Nesse sentido, se a aprendizagem ocorre a partir do que existe na estrutura cognitiva do aluno e interage com o conhecimento que está sendo ensinado, é necessário investigar o conhecimento que há na estrutura cognitiva desses alunos para a elaboração de materiais didáticos potencializadores da aprendizagem e ensinar novos conhecimentos a fim de alcançar resultados satisfatórios.

Para esta pesquisa, escolhemos para representar o material introdutório, o gênero narrativo Conto, pois este possui diversas características que facilitam sua elaboração e se apresenta como uma narrativa de dimensões reduzidas, tendo variações mínimas de espaço e tempo possibilitando, dessa forma, uma leitura rápida e objetiva. Segundo Piassi (2007), os contos podem ser empregados para desenvolver não apenas conceitos, mas também para proporcionar discussões no âmbito do processo de produção do conhecimento científico e das relações sociopolíticas da Ciência e da Tecnologia (Rosa, 2010).

A partir do estudo da Aprendizagem Significativa e sobre Contos, elaborou-se um Mapa Conceitual com os conceitos envolvidos na criação de um Conto. Nesse mapa, manteve-se a hierarquia utilizada por Moreira (2009), conforme se apresenta na Figura 2.



**Figura 02: Mapa conceitual do Conto adaptado de Moreira (2009)**  
**Fonte: Rosa (2010).**

No Mapa conceitual exposto na Figura 02, encontram-se os conceitos que se reuniu na proposta do Método para a elaboração de Contos. De acordo com o modelo ausubeliano, consideram-se gerais e mais inclusivos os conceitos que estão na parte superior do Mapa; intermediários os da parte central; e pouco inclusivos os da parte inferior. Portanto, na estrutura do

Conto, têm-se, como conceitos principais, a *Forma* e o *Conteúdo* e, logo a seguir, os conceitos *Estilo*, *Estrutura*, *Enredo* e *Personagens*, até atingir os conceitos menos inclusivos que são representados por *Símbolos*, *Figuras*, *Ideias* e *Emoções*.

A partir desse mapa conceitual (Figura 2), propomos um método para orientar o professor na elaboração de seus próprios Contos. Com base nesse método, foi elaborado para essa pesquisa o Conto denominado *Treinamento de choque: um raio no campo de futebol* (Rosa & Evaristo, 2011) que versa sobre os conceitos básicos de Eletricidade. Adotou-se o termo *narração científica* para designar os textos literários elaborados com base nos conceitos científicos e direcionados ao público infantojuvenil, diferenciando-se, assim, das *histórias infantis científicas* que, cunhadas por Evangelista (2008), se referem apenas às histórias literárias escritas para crianças com a intenção de ensinar Ciências (Rosa, 2010).

### **Conto: Estratégias, Processos E Métodos Para Elaboração**

Descrevemos, nesta subseção, o método desenvolvido por Rosa (2010) para a elaboração da narração científica na forma de Conto e como poderá ser utilizado em sala de aula.

#### **a) Os primeiros passos**

- *Definir a disciplina*: No primeiro momento, o professor define a disciplina curricular para a qual pretende dar ênfase no Conto a ser escrito: Física, Química, Biologia ou Matemática.

- *Escolher o conteúdo didático*: A partir da disciplina contemplada, o professor escolhe o conteúdo (e os conceitos) que pretende abordar na sua narração científica.

- *Levantamento e estudo bibliográfico*: O professor reúne um referencial teórico sobre os conceitos que o estudante deverá apreender e, além disso, amplia seus conhecimentos sobre a abordagem teórica escolhida. Para os conteúdos, que possuem uma diversidade de conceitos, não há a necessidade de que todos estejam presentes no Conto, mas deverá selecionar os que apresentam maior generalidades e abstrações.

- *Conhecimento prévio*: O professor deverá elaborar um questionário chamado de Pré-teste aplicado antes de iniciar um novo conteúdo, a fim de avaliar a presença de concepções prévias, que poderão ser usadas na construção do Conto ou para um Pós-teste, vinculado aos conhecimentos prévios e aos novos, isto é, a ressignificação dos conhecimentos desenvolvidos a partir dos conceitos prévios relacionados. Considera-se importante que o questionário apresente situações para que os alunos ofereçam uma explicação como, por exemplo: *É comum ciclistas adaptarem um “dínamo” na bicicleta para que este acenda um farol. Como o dínamo funciona para que a luz do farol acenda? Poderíamos adaptar um rádio ligado ao dínamo para que ele funcione sem pilhas ou bateria? Ou, apresentar afirmativas para assinalar “certo” ou “errado”, por exemplo: Um raio não cai duas vezes no mesmo lugar.*

#### **b) Analisar as informações**

- *Identificação*: De posse das respostas do Pré-teste, o professor identifica as concepções e, se for o caso, os erros conceituais apresentados pelos alunos. Tendo isso em vista, pode dar ênfase à escrita do Conto e direcionar essa escrita aos conceitos que os alunos apresentaram maiores dificuldades.

#### **c) Escrever a narração científica**

A seguir, apresentam-se algumas diretivas que servem de apoio para o início da produção do Conto:

- *Personagens*: Eleger um número reduzido de personagens que dialogarão durante a narração.
- *Localização*: Os acontecimentos devem se referir a um ambiente espacial definido (dentro de uma casa, na margem de um rio, na escola, em uma fazenda etc.) ou possuir poucas variações de ambiente (no máximo três).
- *Tempo*: Os acontecimentos devem decorrer em um espaço curto de tempo.
- *Capítulos*: A narração poderá ser feita com um texto corrido ou separada em capítulos. O número de capítulos dependerá do desenrolar da história.
- *Coerência e objetividade*: O texto não deve ser extenso, e os capítulos devem ter dimensões reduzidas. A linguagem deve estar na primeira pessoa.
- *A trama*: Escolher um problema inicial ao qual outros se sucederão para a sua solução; escolher um personagem central que busca entender esses problemas e resolvê-los e, por fim, solucionar o problema inicial.
- *Primeiros parágrafos*: Apresentar ao leitor o cenário e as personagens que vivenciarão a história e expor o problema-chave que deverá ser solucionado no decorrer da narração e pelo qual será estabelecida uma sequência das discussões e reflexões das personagens. É essencial expor a questão-chave que abra a expectativa do leitor e o prenda à leitura.
- *Sequência dos capítulos*: Se o Conto for escrito na forma de capítulos, não fazê-los muito extensos. Os capítulos poderão ser escritos da seguinte forma:
  - *Capítulo I*: apresentação do cenário, personagens e do problema-chave;
  - *Capítulo II, III, IV...* (novas situações-problema) – discussões das situações e dos conceitos científicos envolvidos;
  - *Capítulo Final* – fechamento e conclusão.

É necessário que o professor tenha em mente que os conceitos científicos indispensáveis ao entendimento dos estudantes devem estar necessariamente relacionados aos fenômenos que estejam presentes em sua realidade. Quanto às questões e situações-problema que aparecerão no decorrer da narração, não há necessidade de resolvê-los de imediato, mas manter a interrogação, a curiosidade e a dúvida para serem solucionadas no capítulo seguinte. De acordo com Rosa (2010), é importante estabelecer suspense para, com isso, criar expectativas para o leitor continuar a explorar o texto. No final do Conto, recomenda-se inserir um pequeno Glossário que poderá conter termos científicos e uma referência aos cientistas que investigaram os conteúdos abordados. No Conto dessa pesquisa, as personagens ganharam o nome de alguns cientistas para que o aluno, além de entender os conceitos científicos e suas relações com o cotidiano, tenha a oportunidade de conhecer uma parte da história da Ciência.

#### **d) Leitura em sala de aula**

Na sala de aula, o melhor momento da leitura, como relatado anteriormente, será antes de começar o conteúdo curricular que originou a narração produzida. Nessa fase, o professor planeja uma ou duas aulas para que os estudantes leiam o Conto e, ao final, abre uma discussão sobre o

que foi lido. As discussões sobre as situações vivenciadas pelas personagens poderão possibilitar a abertura de um diálogo com os alunos para que relatem situações semelhantes, vivenciadas ou observadas em seu cotidiano e, com isso, criam-se condições para que eles (os alunos) tenham maior participação na aula e despertem o interesse em compreender como os conceitos estudados se relacionam com o cotidiano.

### **Processos metodológicos**

Realizou-se este estudo por meio de uma pesquisa-ação (Coutinho, 2011) com duas turmas do terceiro ano do Ensino Médio, de dois Colégios de Aplicação da Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI), uma localizada em Itajaí e outra em Balneário Camboriú, no estado de Santa Catarina, Brasil, no qual o pesquisador lecionava. Todos os alunos foram convidados a participar da pesquisa, mas somente 32 alunos responderam a solicitação.

Os procedimentos metodológicos se constituíram das seguintes etapas: levantamento e avaliação das concepções prévias dos alunos a respeito do tema Eletricidade; elaboração da narração científica, aplicação e avaliação. Coletaram-se os dados com o auxílio dos questionários (Pré e Pós-teste), registro de observações das aulas e resultados das avaliações trimestrais.

Com o Pré-teste procurou-se saber quais eram as concepções dos alunos sobre o tema abordado e, ao mesmo tempo, ter parâmetros de referência para avaliar o ensino. Com o Pós-teste, procurou-se verificar principalmente a ocorrência de aprendizagem significativa e ser um referencial sobre a ocorrência de mudança conceitual. O Pré-teste constou de seis questões abertas e dez questões fechadas. Na elaboração da narração científica (Anexo), seguiram-se os procedimentos descritos no tópico três deste artigo.

A disciplina de Física foi contemplada para a elaboração do Conto, e o levantamento das concepções dos estudantes foi direcionado para os conceitos básicos de Eletricidade (Pré-teste). O Conto foi disponibilizado para leitura a ser realizada em casa e, Pré e Pós-teste foram realizados em período extraclasse. O Pós-teste foi realizado um mês após o término do conteúdo de Eletricidade.

### **Apresentação dos resultados**

Com base nos resultados dos testes realizados, sobre as concepções prévias dos alunos referente aos conceitos de eletricidade, fez-se uma análise identificando as concepções apresentadas antes e depois da aplicação das metodologias de ensino utilizadas.

Verificou-se, por meio dos Pré-testes, que os alunos apresentaram dificuldades em responder conceitos básicos de eletricidade, demonstrando falhas conceituais em relação aos conceitos de energia, corrente elétrica e condutores de eletricidade.

Vale exemplificar que, diante da solicitação para apresentar e comentar o “seu” conceito de eletricidade, os estudantes, em resposta, fizeram referências a algumas fontes de produção de energia, sendo as mais citadas a eólica e a elétrica. Um total de 87,8 % acreditavam na coexistência de dois tipos de eletricidade (negativa e positiva), como representado nos seguinte exemplos:

*A eletricidade pode ser obtida por meio de água, vento e outras fontes que produzem força e geram a eletricidade. Acredito que existem dois tipos de eletricidade como o positivo e negativo (Aluno\_17).*

*A eletricidade pode ser positiva ou negativa (Aluno\_21).*

O número elevado de alunos que acreditam na existência de dois tipos de eletricidade pode estar relacionado à concepção alternativa propagada por pseudociências sobre a ocorrência de uma “energia positiva” e uma “energia negativa”.

Com base no conhecimento prévio dos alunos, elaborou-se uma narração científica com o título *Treinamento de choque: um raio no campo de futebol*, na qual as personagens se deparam com problemas envolvendo questões de eletricidade e buscam respostas para suas dúvidas no conhecimento científico. Após a leitura da narração científica na forma de Conto realizada pelos alunos e, posteriormente, a aplicação do Pós-teste, observou-se, de acordo com a Tabela I, maior número de respostas corretas e concepções mais elaboradas.

**Tabela I:** Resultados do Pré e do Pós-teste  
(Parte A, questões abertas)

Questão	Pré-teste (%)	Pós-teste (%)
	Certo	Certo
1	12,1	60,6
2	9,1	63,6
3	27,3	51,5
4	27,3	63,3
5	21,8	54,5
6	21,8	63,3

A comparação dos dados dos dois testes, expostos na Tabela I, permite verificar que a média de percentual de acertos do Pós-teste foi superior depois de terem realizado a leitura do Conto e a discussão sobre as situações ali abordadas, também constatado nos resultados apresentados na Tabela II. Piassi & Pietrocola (2007) enfatizam que a leitura do Conto exige um maior esforço de raciocínio e, assim, poderá levar o estudante a refletir mais sobre as ideias apresentadas. Interpretamos que esse esforço possa ter acontecido durante a leitura, nas discussões para compreender os fenômenos relacionados e no decorrer das aulas sobre o conteúdo abordado, já que sua leitura possibilitou maior interesse pela matéria. Logo, os resultados apresentam um número superior de acertos.

**Tabela II:** Resultados do Pré e do Pós-teste  
(Parte B, questões de certo ou errado)

Questão 7	Pré-teste (%)	Pós-teste (%)
	Certo	Certo
A	84,8	91,0
B	27,3	45,5
C	75,7	90,9
D	51,5	81,8
E	21,2	15,1
F	72,7	90,9
G	72,7	60,6
H	81,8	84,8
I	84,8	100
J	12,1	30,3

Os resultados apresentados na Tabela II mostram que os conhecimentos prévios, que os alunos trazem para a sala de aula, adquiridos, possivelmente em situações informais de aprendizagem, permanecem em desacordo com os conceitos estudados nas aulas de Física. Tais conceitos, mas sim alternativos, pois estes resistiram às tentativas de mudanças. A permanência desta resistência nas concepções alternativas sobre eletricidade podem ser reforçadas por fatos, reportagens ou até mesmo discussões ocorridas no cotidiano, sendo construídas por meio de aprendizagens significativas e por processos psicológicos, que são essencialmente fenômenos



internos. De acordo com Moreira (1999, p. 44), deve-se buscar “a construção de novas estruturas de significados, que simultaneamente, vão obliterando aprendizagens significativas”.

### **Considerações finais**

Atualmente, vive-se em uma época cercada por aparatos tecnológicos e um mundo que requer respostas rápidas e imediatistas. A tecnologia mais recente está presente em muitas salas de aula na forma de computadores, *laptops*, *iphads*, *tablets* e outros aparelhos cada vez mais avançados. Neste contexto, ao professor é feito o desafio de utilizar as tecnologias para ensinar e adaptar métodos tradicionais ou históricos de ensino-aprendizagem, entre eles, a prática da leitura.

Deve-se considerar, também, que, para a Aprendizagem Significativa acontecer efetivamente e ser sustentável em longo prazo, o fator mais importante é conhecer o que o aluno já sabe sobre o conteúdo que se deseja ensinar (conhecimento prévio). Isso implica em criar estratégias para realizar o levantamento desse conhecimento que servirá de base para a elaboração de um material didático *potencializador* da reorganização do conhecimento.

Introduzir a leitura nas áreas de Exatas, como nas disciplinas de Física, Matemática ou Biologia, na forma de Conto, seja ele impresso ou virtual, relacionando os conceitos científicos ao dia a dia dos alunos, o professor poderá tornar os conteúdos mais interessantes e motivá-los a buscar conhecimento para compreender o mundo que os cerca e, por que não dizer, ajudá-los a transformar sua própria realidade.

Com esse trabalho, espera-se ofertar uma estratégia de elaboração de um Conto, para que o professor seja capaz de escrever e produzir as suas próprias narrações científicas. A Figura 2 deste artigo apresentou um mapa conceitual do Conto, isto é, um diagrama conceitual hierárquico envolvendo os principais conceitos e suas relações internas entre eles, sendo utilizadas algumas setas para indicar a direção de leitura de sua relação. Ao seguir essas orientações, o professor poderá dar início ao seu projeto.

Cabe, ainda, registrar, nessas considerações, que os resultados obtidos nas pesquisas onde foram utilizadas as diretivas aqui apresentadas para a criação e aplicação de uma narração científica na sala de aula na forma de Conto (Rosa, 2010; Rosa & Evaristo, 2011) indicaram que a sua utilização antes de se começar um novo conteúdo colabora de maneira eficaz para a Aprendizagem Significativa dos alunos, melhora a sua participação nas aulas e fortalece a compreensão dos conteúdos estudados.

### **Referências**

Ausubel, D. P.; Novak, J. D., & Hanesian, H. (1980). *Psicologia Educacional*. 2ª edição, Interamericana, Rio de Janeiro. Tradução para o português do original *Educational psychology: a cognitive view*. 625 p.

Bachelard, G.(1996). *A formação do espírito científico*. Contraponto, Rio de Janeiro.

Cordeiro, L. F. É significativa a aprendizagem escolar do conceito físico de aceleração no primeiro ano do ensino médio? Curitiba, 2003, Dissertação de Mestrado em Educação não publicada, Setor de Educação – UFPR. Acesso em 7 jun. 2014. Disponível em: <<http://dspace.c3sl.ufpr.br/dspace/bitstream/handle/1884/27688/D%20-%20CORDEIRO,%20LUIS%20FERNANDO.pdf?sequence=1>>

Coutinho, C. P. (2011) *Metodologia de Investigação em Ciências Sociais e Humanas: Teoria e prática*. Ed. Almedina. 280p.

Diogo, R.C. et al. (2007). *Análise do desempenho e levantamento das concepções espontâneas sobre termodinâmica de alunos de 8<sup>a</sup>, 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> séries da rede pública de ensino do Estado de Goiás*. XVII Simpósio Nacional de Ensino de Física. São Luís. MA.

Gomes-Maluf, M. C. & Souza, A. R. (2008). *A ficção científica e o ensino de ciências: O imaginário como formador do real e do Racional*. *Ciência e Educação*, v. 14, p.271-282.

Evangelista, P.C.Q. (2008). *Produção de Histórias Infantis Científicas no Curso de Pedagogia*. Dissertação de Mestrado, UnB. Brasília, DF.

Köhnlein, J. F. K., & Peduzzi, S. S.; (2002). *Um estudo a respeito das concepções alternativas sobre calor e temperatura*. *Revista Brasileira de Investigação em Educação em Ciências*, 2(3)84-96,

Martin-Diaz, M .J. et al. (1992). *Science Fiction comes into the Classroom: Maelstrom II*. *Phys. Educ.* 27.

Moreira, M.A. (1983). *Uma abordagem cognitivista ao ensino de Física*. Ed. Da Universidade, UFRGS.

\_\_\_\_\_. (2009). *Aprendizagem Significativa: A Teoria de David Ausubel*. Ed. Centauro.

Piassi, L.P. & Pietrocola, M. (2007). *Quem conta um conto aumenta um ponto também em física: Contos de ficção científica na sala de aula*. São Luiz, XVII Simpósio Nacional de Ensino de Física.

Rafael, F. J. (2007). *Elaboração e aplicação de uma estratégia de ensino sobre os conceitos de calor e temperatura*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal.

Rosa, V. (2010). *Ciência em forma de História para a compreensão dos conceitos científicos*. Dissertação de Mestrado. Universidade Regional de Blumenau – FURB. Blumenau – SC.

Rosa, V. & Evaristo, F. A. (2011). *Conte um Conto e Ensine Física*. EDUCASUL. 2011. Acesso em 10 jun. 2014, <<http://www.educasul.com.br/2011/anais/formacao/Valdir%20Rosa.pdf>>

Zanetic, J. (2006). *Física e Arte: uma ponte entre duas culturas*. *Pró-Posições*, V. 17, n. I (49) – jan./abr.

Recebido em: 02.09.14

Aceito em: 12.05.15

## ANEXO



UNIVERSIDADE DO VALE DO ITAJAÍ

UNIVALI

PROGRAMA INSTITUCIONAL DE BOLSAS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA PARA O  
ENSINO MÉDIO – PIBIC\_EM/CNPq  
PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA.



### **Treinamento de choque** *Um raio no campo de futebol*

*Autores:*

*Fernando Alexander Ferreira Evaristo*

*Valdir Rosa*

História narrativa criada como base para o trabalho de pesquisa referente ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica para o Ensino Médio – PIBIC\_EM/CNPq

**Itajaí – SC - 2011**

## Capítulo I:

### A notícia

Era mais uma tarde de domingo, mas essa tarde era especial para Benjamin, por dois motivos: por ser o último dia de férias e porque haveria um jogo na televisão do seu time do coração.

Benjamin era um garoto que cursaria seu último ano no Ensino Médio. Estava um pouco apreensivo por ouvir dizer que o Terceirão era muito difícil. Além disso, depois dessa etapa dos seus estudos, teria o vestibular, e ele ainda não tinha ideia de que curso pretendia estudar na Universidade.

No entanto, naquele momento, o que importava era o tão esperado jogo que iria assistir. Estava eufórico em frente à televisão, esperando ver o seu time entrar em campo, mas foi surpreendido com uma notícia um tanto quanto fora do comum: *Raio atinge o campo de futebol e jogadores vão parar no hospital.*

O jogo foi adiado. O time de Benjamin não jogaria mais naquele dia, pois os jogadores foram atingidos por um raio no dia anterior, enquanto treinavam embaixo de chuva se preparando para a partida do dia seguinte. Felizmente nenhum jogador morreu.

O repórter do noticiário relatou que nem todos os jogadores foram atingidos. Enquanto alguns jogadores caíram e tiveram lesões graves, outros nada sofreram. Benjamin ficou muito curioso em entender o porquê de somente alguns terem sido atingidos e outros não. Estava refletindo, mas foi interrompido pela voz de seu amigo de infância e vizinho de apartamento, o Charles.

– Tudo bem, Benjamin? Vim aqui para jogarmos videogame. Quero te mostrar os novos *games* que ganhei.

Interessado mais pela novidade, Benjamin voltou sua atenção para o amigo e os novos *games* que ele havia trazido.

– Tudo ótimo! Que legal, vamos subir que estou louco para vê-los. – disse Benjamin.

Enquanto subiam as escadas, começaram a conversar sobre a escola:

– Está preparado para voltar às aulas amanhã? – perguntou Charles.

– Não sei... Estou preocupado com algumas matérias que dizem ser difíceis. – respondeu Benjamin.

– Você é inteligente, não tem que se preocupar.

– Tomara...

– Olha só! Agora eu também tenho o *FIFA 2011*.

– Que legal, Charles! Então, estamos esperando o quê? Vamos jogar!

Enquanto se divertiam, Benjamin lembrou-se da notícia que ouviu minutos antes e perguntou ao amigo:

– Você soube do que aconteceu com o meu time quando estavam treinando?

– Ah sim! Meu pai me falou. Porque será que só alguns se machucaram?

– Vai ver foi por que não estavam de chuteira. Se estivessem, a borracha os teria isolado, já que borracha não conduz eletricidade.

– Mas todos estavam com chuteira. – disse o amigo, soltando uma gargalhada. Com certeza não estavam treinando descalços, seria estranho.

– Sendo assim eu não faço ideia.

Os garotos, distraídos com o jogo, acabaram deixando a conversa de lado.

Mais tarde, Benjamim foi assistir TV para descobrir mais informações sobre o incidente com o seu time. Colocou então no *Fantástico* e, depois de algum tempo, o repórter esportivo foi chamado para dar mais informações sobre o ocorrido:

– Os torcedores que assistiam ao treinamento, informaram que o raio atingiu uma das traves. Como estavam treinando cobranças de “escanteio”, existiam muitos jogadores perto da trave atingida. O goleiro foi o mais afetado e está internado no hospital, mas passa bem. Os bombeiros afirmaram que a forte chuva e o campo molhado ajudaram a agravar o incidente. Os jogos do time foram adiados e por enquanto não há previsão de quando os jogadores voltarão a jogar.

## Capítulo II:

### A procura da “tal” eletricidade

No dia seguinte, Benjamim vai à escola pensando na queda do raio. Muitas questões passavam por sua cabeça: O que realmente é um raio? Por que ele caiu justamente no campo de futebol? Por que alguns jogadores foram atingidos e outros não?

Ao chegar à sala de aula, cumprimentou todos os colegas e sentou ao lado do amigo Charles. Todos colocaram o papo em dia, enquanto o professor não chegava. A primeira aula que teriam naquele dia era de Física.

Benjamim sabia que naquele ano eles iriam estudar eletricidade. Mal esperou o professor se apresentar e começou a fazer várias perguntas. Uma delas era sobre o que tinha acontecido com o seu time. O professor Thomas, então, exclamou:

– Ah sim! Eu ouvi sobre isso no noticiário. Sei que você está curioso, mas fique calmo. Vou responder a suas perguntas quando começarmos o conteúdo. Hoje vou dar apenas uma introdução.

Benjamim voltou para o seu lugar e o professor deu início à aula:

– Alguém pode me dizer para que serve a pilha?

Benjamim, achando a pergunta fácil, foi logo respondendo:

– Serve para gerar energia e fazer um aparelho funcionar, como um rádio ou um relógio.

– E você sabe dizer como é gerada essa energia?

– Não... – disse o garoto, um pouco envergonhado.

– Alguém sabe responder? – insistiu o professor Thomas. – Como a turma continuava em silêncio, ele continuou:

– A energia originada na pilha é proveniente de reações químicas de óxido redução. A pilha contém substâncias químicas diferentes, enquanto um elemento sofre oxidação (doa elétrons) o outro sofre redução (recebe elétrons). Se ligarmos os pólos entre si por meio de um circuito externo, como os fios em uma lâmpada, haverá escoamento de elétrons por meio desse fio.

– Mas se ela possui essas duas substâncias, por que ela não compartilha os elétrons sem precisar do fio condutor? – pergunta Charles, intrigado.

– Porque elas são separadas dentro da pilha, assim o único meio dos elétrons passarem para o outro lado é fazendo um caminho alternativo.

– Que substâncias são essas? – Quis saber Charles.

– Metais como zinco, manganês e também hidróxido de potássio, de sódio entre outros. A diferença entre esses dois elementos é que vai determinar o potencial da pilha, ou seja, a quantidade de *volts* que ela é capaz de produzir. – Explicou o professor.

– A energia do raio de uma tempestade também se forma dessa maneira, professor? – indagou Benjamim.

– Boa pergunta... Pense um pouco: será que existe metais de zinco, manganês e sais espalhados pela atmosfera?

– Acho que não. – disse Benjamim. – Mas existem elétrons, não é mesmo?

– E como eles apareceram? Alguém sabe responder?

– Alguém jogou lá, ué! – disparou Pedro, querendo dar uma de engraçado.

– Espertinho, hein? Já que não sabem, darei um tempo para vocês pesquisarem... Quem conseguir explicar a formação do raio na próxima aula ganhará pontos na prova. Por hoje é só, vejo vocês amanhã. – Terminou o professor.

Benjamim ainda não tinha respostas para todas as suas dúvidas, mas já se contentou em saber que iria aprender muitas coisas interessantes nas aulas de Física. Quando chegou em casa, foi direto para o quarto pesquisar no seu computador sobre os raios e como eles são formados. A curiosidade era tamanha que esqueceu até da fome.

### **Capítulo III:**

#### **Características iguais, mas proporções diferentes**

No dia seguinte, no caminho até a escola, Benjamim ficou lendo a síntese que tinha feito sobre a formação dos raios. Quando chegou à sala foi ao encontro de seu amigo Charles, que perguntou:

– Bom dia Benjamim! Conseguiu encontrar algo sobre os raios?

– Sim. – disse Benjamim. – Até que não foi tão difícil.

– Eu também consegui alguma coisa. Posso ver o que você descobriu?

– Claro! Pode ler minhas anotações.

Enquanto eles decidiam o que iriam falar, o professor Thomas chegou à sala, cumprimentou os alunos e foi ligando o *data show*. Enquanto preparava os slides que mostraria naquela aula, questionou a turma:

– Alguém pesquisou aquilo que eu pedi?

Charles e Benjamim foram os únicos a levantarem as mãos.

– Então, Charles, o que você conseguiu?

– Bom professor... pelo que descobri, posso dizer que o raio tem semelhanças com a pilha por existirem dois pólos.

– Explique isso melhor, Charles. – pediu o professor.

– Tanto as nuvens como a terra se eletrizam. As nuvens concentram os elétrons na parte de baixo dela, que seria o pólo negativo. E, quando há uma concentração muito forte esses elétrons se acumulam, ionizam o ar e correm em direção a terra, o pólo positivo.

– Ligeiramente correto, Charles. Não é correto dizer que existem **pólos** nessa situação. E você Benjamim?

– Como o Charles disse, os elétrons passam pelo ar sem precisar de um fio condutor e a maior parte da energia é liberada em forma de luz. Ao contrário da pilha, o raio contém uma carga muito maior. Essa carga é medida em *Megavolts* e é capaz de aquecer o ar rapidamente.

– Muito bem, vejo que vocês pesquisaram bastante. Gostaria de acrescentar que é muito comum os raios caírem nos lugares mais altos, como prédios e antenas, por estarem mais perto de onde se concentram os elétrons. Resumindo: as nuvens acumulam cargas elétricas, e quando essas cargas atingem valores muito grandes, o ar entre as nuvens e a terra se torna condutor, permitindo que ocorra uma descarga elétrica que pode ocorrer da nuvem a terra, da terra à nuvem ou até sair cargas da terra e da nuvem ao mesmo tempo e se encontrarem no meio do caminho.

– Tem como um raio cair sem estar chovendo? – Perguntou André-Marie.

– Existe esta possibilidade, porém é um fenômeno muito raro. Seria preciso que uma nuvem estivesse eletricamente carregada sem estar chovendo no local.

– E eles podem cair no mesmo lugar professor? – Perguntou Bernard Vonnegut.

– Não só podem como é muito frequente. No prédio mais alto do mundo o *Burj Dubai*, nos Emirados Árabes, em dias de fortes tempestades ele recebe vários em um só dia. Por isso que dizem que ele é o maior para-raios do mundo.

– E como funcionam os para-raios? – Perguntou Benjamim.

– Como vocês devem saber, o para-raios é uma haste de metal colocada em locais altos para atrair os raios. No final da haste há uma ou mais pontas onde se concentram as cargas devido ao poder que as pontas têm em se ionizar. Os raios são atraídos por essas pontas e descem através de um fio metálico ligado até a terra, conhecido como “fio terra”. Esse fio conduz

a eletricidade gerada até o subsolo, onde a energia é dispersada, evitando assim a sobrecarga dos circuitos elétricos.

– Que circuitos?

– Os circuitos das casas ou prédios vizinhos, e até mesmo dos aparelhos eletrônicos. Se isso acontecer, a energia vai ultrapassar o limite que a fiação pode suportar, fazendo com que os aparelhos queimem. E por falar em circuito, esse será nosso próximo assunto. Dêem uma olhada em casa para ver que tipo de circuitos vocês encontram, essa vai ser a tarefa de vocês. Já vou adiantando que existem dois tipos de circuito: o paralelo e o de sequência ou série.

– E qual a diferença entre eles? – Perguntou Benjamim.

– No circuito paralelo, cada lâmpada tem um circuito próprio e no circuito em série todas as lâmpadas compartilham o mesmo circuito. Fica aí a dica!

Ao voltar para casa, Benjamim ficou curioso em saber qual era o circuito de sua casa. Quando foi para seu quarto, encontrou sua mãe trocando uma lâmpada.

– Mãe, você sabe como é o circuito elétrico da nossa casa? – Foi logo perguntando.

– Não filho, mas acho que seu pai deve saber. Pergunte a ele quando chegar do trabalho.

– Tá bom, mãe. Obrigado... – disse Benjamim, desapontado.

Foi para sala e ficou pensando no que o professor Thomas disse enquanto seu pai não chegava. Mesmo a lâmpada do quarto tendo queimado, os outros aparelhos continuavam funcionando, então eles não poderiam estar em uma série, pois bastava um aparelho queimar ou desligar para que todo o circuito ficasse sem energia. Benjamim pensou alto:

– Se toda a casa está em um circuito paralelo, em que lugar eu posso encontrar um circuito de sequência?

De repente, o pai de Benjamim chegou do trabalho e foi ao encontro do filho:

– Olá filhão! Como foi a aula hoje?

– Foi legal, mas estou com dúvida sobre um assunto que aprendi sobre circuito. Não consigo encontrar algo que se ligue a um circuito de série... – expôs o menino.

– A iluminação que utilizamos no Natal é de série. – Lembrou o pai.

– Tem razão! Lembro-me que no Natal passado uma das lâmpadas do pisca-pisca queimou e todas as outras se apagaram. Foi muito difícil encontrar a lâmpada queimada.

– Nem me fale, esse ano eu vou comprar um novo. Espero que não de problema.

Depois que sua mãe trocou a lâmpada, Benjamim foi para seu quarto escrever o que tinha conseguido. Cansado, acabou pegando no sono.

## **Capítulo IV:**

### **As várias faces de um mesmo conceito**

Após uma semana sem aula de Física, devido a um feriado, Benjamim não via a hora de o professor Thomas chegar. Enquanto esperava, conversava com Charles:



– E aí, descobriu mais alguma coisa sobre circuitos? – perguntou Charles.

– Sim. Já sei que os circuitos das casas são do tipo paralelo e que o circuito de sequência é usado nos piscas-piscas.

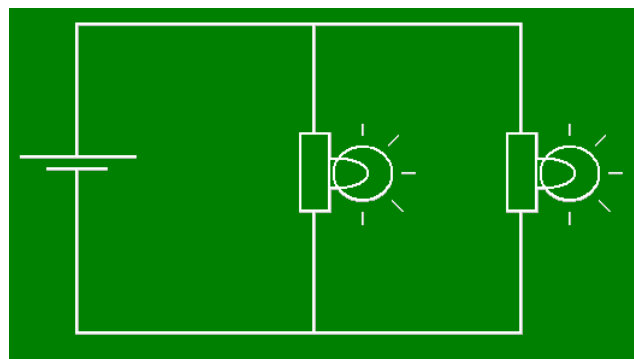
– E você sabe para que serve aquela caixa cheia de interruptor?

– Eu sei que lá tem o tal dos disjuntores. Se eu desligar os disjuntores, a casa ficará sem energia.

– Então é por eles que a energia passa para os circuitos da casa. Se a gente desligar um deles, a energia não passa e o circuito fica sem energia...

– Bom dia! Como foi o feriado? – disse o professor, enquanto se ajeitava a mesa – Espero que não tenham se esquecido da nossa tarefa.

O professor Thomas pegou um giz e começou a desenhar um circuito no quadro:



Depois que terminou o desenho, virou para os alunos e perguntou:

– Alguém sabe me dizer que tipo de circuito é esse?

– Paralelo? – Arriscou Benjamim.

– Isso mesmo! Como vocês podem ver... cada lâmpada está ligada diretamente à fonte de energia. Por exemplo, se eu retirar a lâmpada do meio, a última lâmpada vai continuar funcionando.

– O que são aqueles dois riscos? – Quis saber Charles.

– É a fonte de energia. A barra maior representa o pólo positivo, e a menor, o pólo negativo.

– Os elétrons se direcionam do lado positivo para o negativo, não é mesmo professor? – Perguntou Alessandro.

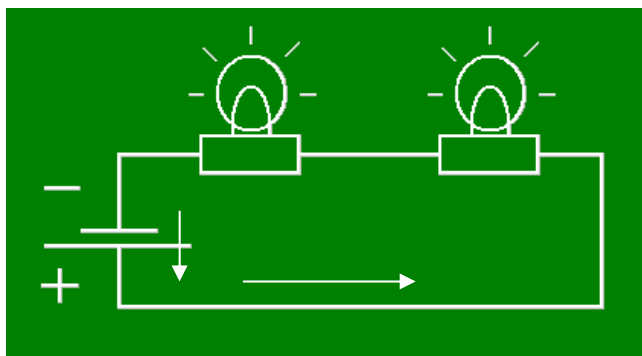
– Não, os elétrons vão do pólo negativo para o positivo que é o sentido real do movimento dos elétrons.

– É que eu já vi vários desenhos em que a seta vai em direção ao negativo. – Justificou Alessandro.

– Esse é o sentido convencional. A convenção diz que o sentido da corrente elétrica será o mesmo sentido contrário ao movimento dos elétrons.

– E no circuito sequencial, o que acontece se uma lâmpada queimar?

O professor foi até o quadro e começou a desenhar:



– Esse é um circuito em seqüência. Se uma das lâmpadas queimar, o circuito vai ser interrompido e a outra lâmpada também vai se apagar. É por isso que não se usa esse circuito nas casas. Outra desvantagem é que não há como acender uma só lâmpada.

– Mas por que a outra lâmpada também apaga se o fio continua ali para conduzir? – analisou Alessandro.

– Dentro da lâmpada há um fio de metal, chamado de resistência elétrica, que aquece quando a energia passa, gerando a luz. Com o tempo, esse fio se rompe, deixando o circuito aberto. Assim, os elétrons não conseguem passar e o circuito não se completa.

## Capítulo V:

### Gaiola para pessoas

A previsão de chuva para aquele dia estava certa e Benjamim teve que esperar o seu pai ir buscá-lo na escola para não se molhar.

Quando seu pai chegou, a chuva já estava pior. Muitos raios podiam ser vistos. Benjamim, preocupado, disse:

– Melhor andar mais depressa, pai. Já está começando a cair raios.

– Não se preocupe, filho. Nós estaremos seguros enquanto estivermos dentro do carro.

– Tem certeza?

– Claro que sim. Você já ouviu falar de alguém que foi atingido por um raio dentro de um carro?

– Não...

– Então. – Disse o pai com um sorriso.

Benjamim não entendeu o motivo pelo qual estavam seguros já que o carro era feito de metal. E todos sabem que o metal conduz facilmente a eletricidade. Ficou pensando o que acontece com as cargas elétricas, sem chegar a uma resposta: *Quando a tempestade passar, vou pesquisar na internet e descobrir se dentro de um carro é realmente seguro.* Pensou ele.

A tempestade permaneceu por um bom tempo.

Quando Benjamim se sentiu seguro para ligar o computador, começou sua pesquisa. “Nunca ligue o computador quando houver tempestades, pois ele poderá queimar” dizia a sua mãe. Ela tinha medo de que o computador queimasse, pois já tinha perdido uma televisão e uma

geladeira em dias de tempestade. Sempre que via relâmpagos, corria e tirava todos os aparelhos da tomada.

Em sua pesquisa, Benjamim conseguiu achar uma experiência chamada “gaiola de Faraday”. Nesta experiência, Faraday colocou uma pessoa dentro de uma gaiola de metal e uma grande carga elétrica foi jogada em sua direção, porém, ela não sofria nenhuma lesão, isso porque as barras de ferros da gaiola levavam os elétrons até o chão sem entrar em contato com a pessoa, desde que ela não estivesse segurando as barras.

Neste raciocínio, Benjamim relacionou o carro com a gaiola. Apesar do carro ser de metal, dentro existe uma proteção para que os passageiros não entrem em contato com a superfície externa. Isso impede que os passageiros recebam a descarga elétrica que passa na superfície externa quando o carro é atingido por um raio.

## Capítulo VI:

### Garrafas e espelhos

Certo dia, depois das aulas, Benjamim resolveu ir direto para a casa dos seus avós. Fazia algum tempo que ele não os visitava.

Quando chegou à casa do seu avô, encontrou-o colocando uma garrafa *pet* em cima do medidor de energia. Foi logo perguntando:

- O que você está fazendo, vô?
- Estou colocando mais uma garrafa cheia de água no “relógio de luz”.
- Mas para que colocar uma garrafa com água aí em cima? Não é perigoso?
- Não tem perigo. Eu estou pondo ali em cima para economizar energia.
- Como isso pode ser? – Perguntou Benjamim, intrigado.
- Não sei, meu neto, mas desde que fiz isso, a minha conta “de luz” veio mais barata.

Talvez garrafa funcione como uma antena para captar energia do espaço.

Sem entender como isso seria possível, Benjamim foi para um dos quartos descansar e ficou pensando como as garrafas poderiam ajudar na economia de energia.

Pensou tanto que acabou dormindo. Ao acordar, foi surpreendido por uma forte chuva.

As chuvas no verão são muito constantes, formam-se rapidamente e são carregadas de energia, gerando muitos raios e trovões.

O garoto resolveu ligar do telefone fixo para o pai para vir buscá-lo, mas antes que pudesse fazer a ligação, sua avó o deteve, dizendo:

– É melhor você ligar para ele depois que a chuva passar. É muito perigoso ligar com todos esses trovões. Imagine se um raio cair na fiação, você poderá levar um tremendo choque.

Ao escutar isso, Benjamim desistiu de ligar para seu pai. A avó então pegou uma toalha e foi cobrir um espelho grande que estava colado no seu guarda roupa. Quando saiu do quarto e viu o menino confuso, disse:

- Estou tapando os espelhos para não atrair nenhum raio.
- Mas espelho atrai raio? Como pode ser? – Questiona o neto.
- Eu não sei te dizer... – responde a avó. – Sempre fizemos isso e nunca caiu um raio em nossa casa. Só sei que funciona.

## Capítulo VII:

### Desvendando os segredos

O tempo ruim já havia passado, as chuvas intensas deram uma trégua e o ano letivo já se encaminhava ao seu final. No entanto, Benjamim ainda não tinha conseguido respostas para as várias perguntas que o incomodavam.

Ele não perdia uma aula de Física e até tinha conseguido boas notas. Porém, ainda não conseguia compreender por que alguns jogadores levaram choque e outros não, quando caiu um raio no campo de futebol. Também queria saber como a Física explicava que uma garrafa com água ajudava a economizar energia. Ele mesmo tinha feito o teste na sua casa e observou uma sensível redução na conta de energia elétrica, mas como acontece isso? E o espelho? Atrai ou não os raios? Esse era outro mistério que precisava esclarecer ainda.

Benjamim resolveu que, na primeira oportunidade, iria levantar um debate na aula de Física para buscar as respostas que tanto procurava. Além disso, logo as aulas acabariam e era necessário se preocupar somente com o vestibular.

Como naquela semana teriam as provas bimestrais, não teria a oportunidade de fazer as perguntas em sala de aula.

Foi quando lhe surgiu uma ideia:

– Charles, vamos procurar o professor de Física no laboratório da universidade onde ele trabalha? Ainda não tenho respostas para minhas questões.

– Será que ele poderá nos atender?

– Não sei se ele terá tempo, mas vamos lá tentar, mesmo assim.

Tempo depois, os dois estavam na universidade procurando o laboratório de Física onde o professor Thomas costumava ficar.

Assim que encontraram o professor, Benjamim foi logo dizendo:

– Olá professor Thomas. Poderia nos receber agora? Estamos querendo tirar algumas dúvidas de Física.

– Olá meninos. Se for sobre Física, vieram ao lugar certo. Mas não tenho muito tempo disponível. Daqui a pouco terei uma turma no laboratório.

– É bem rápido, professor. – Disse Benjamim.

– Ok. Do que se trata?

– Descobrimos como economizar energia utilizando uma garrafa *pet* com água.

– Verdade?! – disse o professor, com um sorriso. – E como isso pode ocorrer?

– Meu avô ensinou que se colocar uma garrafa com água em cima do “relógio de luz”, a conta de energia reduz. Eu mesmo fiz o teste em casa e observei a economia.

– E com tudo o que você aprendeu em Física esse ano não tem uma explicação para isso? – Indagou o professor.

– Não, – disse Benjamim – mas observei também, que aumentando o número de garrafas, a economia não varia muito. Só uma garrafa é o suficiente para ter economia.

– Na verdade, a explicação é bem simples. – expôs o professor.

– Como? – Perguntam Charles e Benjamim quase ao mesmo tempo.

– O medidor de energia elétrica, que a maioria chama de “relógio de luz” é colocado na frente das residências, certo?

– Sim. – confirmou Benjamim – É para que o funcionário da Companhia de Energia não tenha dificuldade em fazer a leitura da energia consumida.

– Pois é... E nós entramos e saímos de nossas casas sem olharmos para ele. – disse o professor. Mas se você coloca uma garrafa de água em cima, toda vez que sair ou chegar em casa você irá ver a garrafa e vai lembrar que precisa economizar energia. Dessa forma, lembrando toda hora que você “vai economizar luz”, você começa a cuidar mais de tudo o que consome energia na sua casa.

– Mas e daí professor? Ainda não vejo a relação? – disse Benjamim, com um suspiro.

– Lembrando que você precisa economizar energia, irá apagar a luz ao sair de um cômodo, não vai deixar a geladeira aberta por muito tempo, ou seja, não vai desperdiçar energia.

– Então, não é a garrafa que faz reduzir a conta de energia? Somos nós mesmos?

– Sim. O que economiza energia são os hábitos que temos: não deixar a televisão ligada se não tem ninguém assistindo; sair de um cômodo, apagar a lâmpada; utilizar o ferro de passar roupa uma vez só por dia; não colocar alimentos quentes na geladeira e evitar deixá-la aberta por muito tempo; Retirar da tomada os aparelhos *standby*, pois eles consomem energia mesmo desligados; enfim...

– O chuveiro também consome muita energia. – Contribuiu Charles.

– Isso mesmo, Charles. – apoiou o professor. Por isso, o banho não deve ser demorado, e no verão a chave de seleção da potência deve estar no “verão”. O tempo recomendado para um banho é de 8 minutos.

– Então foi por isso que a conta de energia ficou menor em casa. – disse Benjamim, dando uma gargalhada. Não foi por causa da garrafa, mas por que comecei a ter hábitos de economia.

– Exatamente. – confirmou o professor. – Mas de certo modo a garrafa funcionou sim.

– Como? – perguntou surpreso.

– Ela ajudou a lembrá-lo de que temos que ter hábitos de economia todos os dias. – finalizou o professor aos risos.

– Mais uma pergunta professor. – Disse Benjamim.

- Pode perguntar.
- Minha avó disse que espelho pode atrair raios em dias de tempestade, por isso ela cobre os espelhos. Isso é mesmo necessário?
- O que é o raio e por que um raio é atraído? – perguntou o professor.
- Existe um acúmulo de cargas nas nuvens, e essas cargas são atraídas por cargas opostas. O raio é a descarga elétrica entre nuvens ou entre a terra e as nuvens. Eles podem ser atraídos por pontas ionizadas, como os galhos das árvores que se ionizam ou pontas metálicas. E o espelho tem pontas?
- Não.
- Então não há mais o que dizer sobre isso. – explicou o professor. – Diga apenas a sua avó para tomar cuidado com objetos de pontas, como a tesoura ou uma faca. O espelho não lhe trará problemas. É só isso, meninos?
- Só tenho mais uma dúvida. Lembra quando caiu um raio no campo de futebol e alguns jogadores levaram choque e caíram e outros não?
- Sim. Este fato ocorre todos os anos. É muito comum raios caírem em campos de futebol. – Acrescentou o professor.
- Por que alguns jogadores caíram e outros não?
- Você se lembra de quando aprendeu sobre as superfícies equipotenciais? Você lembra o que elas são?
- São linhas imaginárias que representam o valor do potencial elétrico de uma carga elétrica. Se imaginarmos uma carga no chão, quanto mais longe estivermos da carga, menor será o valor do potencial. – Respondeu Benjamim.
- E se ligarmos dois pontos com valores diferentes de potencial elétrico, o que irá ocorrer? – Questionou o professor.
- Irá passar uma energia entre esses pontos. – Apressou-se Charles a responder, enquanto Benjamim estava raciocinando.
- Pois então. No campo de futebol existiam jogadores correndo e jogadores parados. Os jogadores que estavam com os pés juntos ficaram em cima do mesmo potencial. Assim, não passou energia entre suas pernas. Enquanto que...
- Quem estava correndo, – completou Benjamim, tinha as pernas abertas e cada pé estava em cima de uma equipotencial diferente. Portanto, se ligarmos dois potenciais diferentes, haverá movimento de energia entre as pernas dos jogadores e eles cairão.
- Quer dizer que as pernas dos jogadores que caíram tornaram-se um fio condutor? – perguntou Charles.
- Isso mesmo! – disse o professor. – E quando a energia passou entre suas pernas, os músculos contraíram-se, fazendo com que os jogadores caíssem. Já quem estava com os dois pés juntos, na mesma superfície equipotencial, não levou choque.

– Nossa... que interessante. – Alegria-se Benjamim. – E levei tanto tempo para descobrir. Muito obrigado professor!

– Não há o que agradecer. Agora vocês precisam ir andando, pois meus alunos já estão chegando para a aula. Se tiverem outras dúvidas, poderemos conversar em outro momento.

Os dois se despedem do professor e vão conversando em direção ao ponto de ônibus.

– Que interessante é aprender sobre eletricidade, não é mesmo Benjamim?

– Claro que é. Acho também que já sei qual curso farei na universidade.

– Qual?

– Engenharia elétrica! Estudar a eletricidade parece ser muito envolvente...

– É uma boa ideia. Vou pesquisar sobre o curso para conhecê-lo melhor. É bem capaz que iremos estudar na universidade juntos.

– Que bom, companheiro! E sobre a explicação do que aconteceu com os jogadores, sabe o que podemos tirar de tudo isso? – disse Benjamim.

– Não, o que poderia ser ainda?

– Se um dia cair um raio ou um fio de energia elétrica perto de você, o melhor a fazer é ficar com os pés juntos e sair de perto pulando! Hahahaha.

## Glossário

**Isolante:** Material que não conduz a energia elétrica.

**Megavolts:** Um megavolt vale um milhão de volts que é a unidade da tensão elétrica.

**Potencial:** Energia que se encontra armazenada e que pode ser utilizada a qualquer momento para realizar trabalho.

No Conto, as personagens apresentam nomes de cientistas famosos pelas suas descobertas na área estudada. Conheça esses cientistas:

**Benjamin Franklin:** Ele fez grandes descobertas sobre a eletricidade, identificando as cargas positiva e negativa. Demonstrou que os raios são fenômenos de natureza elétrica. Conta a lenda que realizou a perigosa experiência de fazer uma pipa voar durante uma tempestade com uma chave para demonstrar o fenômeno elétrico.

**Charles Augustin de Coulomb:** Seus estudos voltados à eletricidade e a sua experiência com uma balança de torção determinou a força exercida entre duas cargas elétricas. Promoveu avanços na área do magnetismo e pesquisou outros fenômenos como o atrito entre sólidos.

**André-Marie Ampère:** Criou a teoria que possibilitou a construção de um grande número de aparelhos eletromagnéticos. Descobriu as leis que regem as atrações e repulsões das correntes elétricas entre si. A intensidade da corrente elétrica trás seu sobrenome como unidade, o Ampère.

**Bernard Vonnegut:** Estudou os fenômenos atmosféricos como os raios e tempestades sugerindo que grandes gotas de água se formam em torno do canal de descarga elétrica dentro da nuvem promovendo um ambiente propício para o surgimento de raios.

**Alessandro Giuseppe Antonio Anastasio Volta:** Desenvolveu a primeira pilha elétrica. Sua pilha era composta por discos de zinco e de cobre empilhados e separados por pedaços de tecido, embebidos em solução de ácido sulfúrico que, ao conectar um condutor aos discos, a diferença de potencial gerava uma corrente elétrica.

**Michael Faraday:** Suas contribuições mais importantes foram nas áreas de eletricidade e magnetismo e, a descoberta que esses dois fenômenos eram associados entre si. Uma de suas famosas experiências é a Gaiola de Faraday, que consistia em uma pessoa dentro de uma gaiola metálica e eletrizada sem levar nenhuma descarga elétrica, já que corrente elétrica só se propaga nas barras de ferro pelo lado externo, sem atingir a pessoa.

**Thomas Alva Edison:** Criador de várias invenções como o dínamo, de alta potência, por exemplo, e outras que ajudaram no desenvolvimento da telefonia. Sua fábrica produzia dispositivos elétricos, como geradores, motores e gigantescas válvulas.