



ANALOGIAS E EXPERIMENTAÇÃO EM ELETRODINÂMICA BASEADAS NO CONHECIMENTO SENSÍVEL: UM EXPERIMENTO PARA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE ALUNOS DEFICIENTES VISUAIS

ANALOGIES AND EXPERIMENTATION IN ELECTRODYNAMICS BASED IN THE SENSIBLE KNOWLEDGE: AN EXPERIMENT FOR MEANINGFUL LEARNING OF VISUAL DISABLED STUDENTS

Wagner Morrone¹

Mauro Sérgio Teixeira de Araújo², Luiz Henrique Amaral³

¹Universidade Cruzeiro do Sul, profwagnerfisica@uol.com.br

²Universidade Cruzeiro do Sul, mstaraujo@uol.com.br

³Universidade Cruzeiro do Sul, luiz.amaral.cruzeirodosul.edu.br

Resumo

Este trabalho apresenta uma proposta para lidar com deficientes visuais, visando investigar possíveis contribuições para a atuação docente que permitam aos alunos construir conhecimentos físicos relacionados a conceitos iniciais em Eletrodinâmica. O trabalho tem por base a realização de atividades experimentais que enfocam a analogia entre os fenômenos abordados e os sentidos e as sensações humanas. São abordados e discutidos alguns aspectos físicos e psicológicos da cegueira, bem como o poder de abstração dos deficientes visuais, tendo em vista apontar caminhos que facilitem a inclusão destes alunos em salas de aulas comuns, utilizando um enfoque educacional voltado para a integração social, para a saúde e bem estar destes indivíduos. A atividade experimental permitiu transpor a matematização, avançando para a resolução de situações problematizadoras que facilitaram a elaboração de modelos matemáticos pelos alunos, contribuindo para a construção de conceitos físicos relevantes, sua análise e aplicação de seus resultados.

Palavras-chave: Ensino de Física, Física Experimental, Deficiente Visual, Aprendizagem Significativa, Analogia

Abstract

This work presents a proposal to deal with visual disabled, aiming at to investigate possible contributions for the teaching performance that allow the students to construct physical knowledge related the initial concepts in Electrodynamics. The work has for base the accomplishment of experimental activities that focus the analogy between the approached

phenomena and the felt and the sensations human beings. One approached and discussed some physical and psychological aspects of the blindness, as well as the power of abstraction of the visual disabled, in view of pointing ways that facilitate the inclusion of these students in common classrooms, using an educational approach come back toward the social integration, it health and welfare of these individuals. The experimental activity allowed transpose the use of mathematics, advancing for the resolution of situations that had facilitated the elaboration of mathematical models for the students, contributing for the construction of relevant physical concepts, its analysis and application of its results.

Keywords: Physics Teaching, Experimental Physics, Visual Disabled, Meaningful Learning, Analogy

INTRODUÇÃO

Acreditamos que ser deficiente não significa ser ineficiente. Concordamos com Camargo (2005, p. 25) quando este defende que a expressão “portador de deficiência” não seja adequada para caracterizar pessoas com limitações, embora o termo conste na constituição brasileira. Termos como “pessoa com necessidades especiais” (como consta na LDB/96), podem ser importantes para a Educação, pois boa parte das crianças tem necessidades especiais e não apenas as que possuem deficiência física, mental e/ou sensorial.

De cada cem brasileiros, 14 possui algum tipo de deficiência, dos quais nove tem deficiência visual. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Censo 2000, há no Brasil 24.600.256 cidadãos com alguma deficiência, sendo que 16.644.842 são considerados deficientes visuais, incapaz ou com dificuldade permanente de enxergar.

A DEFICIÊNCIA VISUAL E AS TEORIAS DE COMPENSAÇÃO

A deficiência visual é a perda ou redução da capacidade visual em ambos os olhos em caráter definitivo e que não possa ser melhorada ou corrigida com o uso de lentes e tratamento clínico ou cirúrgico. Entre os deficientes visuais têm-se os portadores de cegueira e os de visão subnormal, definições que variam nas áreas esportiva, legal e outras.

No contexto educacional pessoas cegas são as que empregam o Braille e pessoas com visão parcial são aquelas que usam material impresso (BARRAGA apud KIRK e GALLAGHER, 1996, p. 207). Com os cuidados que cada caso exige estes sujeitos com limitações de visão estão aptos para aprender qualquer conteúdo ensinado (LEONTIEV et. al., 1988) e, mesmo que com um único olho, ainda tem contato com o mundo pela visão.

Há muitos anos acredita-se que a privação de um dos sentidos coincide com uma compensação. Em cegos, por exemplo, a perda da visão provocaria um *aumento da capacidade* dos demais sentidos, como a audição e o tato. A idéia de compensação é ainda hoje integrante da representação social da cegueira. Constata-se, entretanto, que em função da carência da visão ocorre apenas uma melhor utilização dos demais sentidos.

O sistema de compensação desenvolvido por Vygotski foi formulado a partir de contribuições teóricas e casos clínicos descritos em sua obra Fundamentos de Defectologia (1997). Considerando as diferentes versões da teoria da compensação, Vygotski (1997, p. 61) afirma que a cegueira é um estado normal e não patológico para o cego, ele só a percebe indiretamente, como resultado de sua experiência social. Vygotski (1997) apresenta

três posições para a explicação da compensação da cegueira: a mística, a biologicamente ingênua e aquela atribuída à psicologia científica, que ele próprio desenvolveu.

A posição mística atribui ao cego uma sensibilidade especial e divina, onde a presença de um terceiro olho lhe permitiria ver o que os videntes não conseguem. Assim, é crença que os cegos têm um "sexto sentido" e uma capacidade auditiva acuradíssima, ouvindo coisas que os videntes teriam dificuldade ou que lhes seriam inaudíveis.

A posição biologicamente ingênua considera que "a perda de uma das funções da percepção, a carência de um órgão é compensada com o funcionamento e o desenvolvimento acentuado dos outros órgãos" (VYGOTSKI, 1997, p. 101). A ingenuidade se deve à carência de explicação consistente para o rearranjo fisiológico dos órgãos dos sentidos.

A posição que Vygotski atribui à psicologia científica, no início do séc. XX é de que a ausência ou perda da visão seria compensada a partir de uma complexa reestruturação da atividade psíquica, resultante de fatores biológicos e, sobretudo, históricos e sociais. Assim, podemos atribuir a Vygotski a inserção do fator social na teoria da compensação. Segundo ele, o meio social não só influencia o modo como o sujeito vai perceber seu defeito orgânico, como também modula sua relação psicológica com este defeito, ou seja, o modo como ele se relaciona com a deficiência e de que forma ele se percebe enquanto deficiente.

Para Vygotski "a fonte da compensação da cegueira não é o desenvolvimento do tato ou a maior sensibilidade do ouvido, mas antes a linguagem, ou seja, a utilização da experiência social, a comunicação com os videntes" (op cit p.61). Segundo Vygotski, a importância da leitura e escrita em braille justifica-se por promover um acesso mais pleno aos processos e produtos da cultura, permitindo ao deficiente visual atingir o mesmo desenvolvimento dos demais seres humanos, convivendo e construindo seu conhecimento sem ver. O braille seria, nesse sentido, um instrumento de adaptação ao ambiente social.

Pelo fato de ter um equipamento sensorial diferente e, portanto, uma base de dados diferente, a criança portadora de cegueira congênita desenvolve e organiza o mundo de maneira diferente das crianças videntes. É através do desenvolvimento sensorial e cognitivo que ela se integra socialmente e passa a conhecer o mundo.

O LABORATÓRIO DIDÁTICO: CAMINHO PARA O DEFICIENTE VISUAL

Pesquisas recentes apontam para diferentes finalidades atribuídas ao laboratório didático e ao ensino experimental de Física, como destacam Araújo e Abib (2003, p. 177):

... essas atividades podem ser concebidas desde situações que focalizam a mera verificação de leis e teorias, até situações que privilegiam as condições para os alunos refletirem e reverem suas idéias a respeito dos fenômenos e conceitos abordados, podendo atingir um nível de aprendizado que lhes permita efetuar uma reestruturação de seus modelos explicativos dos fenômenos.

Preservados os cuidados necessários, devemos considerar a inclusão de alunos com deficiência visual, pois talvez em nenhuma outra forma de educação os recursos didáticos e a experimentação assumam tanta importância como na educação especial de pessoas deficientes visuais (CERQUEIRA¹ e FERREIRA, 1996, p. 1).

A experimentação é considerada importante ferramenta de ensino, defendida por pesquisadores que argumentam sobre a sua relevância tanto para o Ensino de Física quanto

¹ Jonir Bechara Cerqueira, professor, deficiente visual cego que estudou no Instituto Benjamim Constante. Responsável pelo departamento de tradução Braille.

para a formação de professores (ARAÚJO, 2003; CASTRO, 1992; HEINECK, 1999; MOARES, 2000; OSTERMANN, 2001). Freitas e Furtado (2005, p. 1) destacam que:

A Física é uma ciência experimental e, como tal, deve estar apoiada em práticas experimentais, pois não existe ciência sem que se pratique ciência. Sendo assim, não se pode aceitar o seu ensino sem a “experimentação”, sem a pesquisa.

Também defendendo a experimentação, Carvalho e Gil-Peréz ressaltam que:

É necessário ao professor saber que os alunos aprendem significativamente, e que isso exige que ele aproxime as atividades de aprendizagem das Ciências (introdução de conceitos, práticas de laboratório, resolução de problemas e outros) às características do trabalho científico. Os alunos necessitam compreender que os conhecimentos são respostas a questões, o que implica planejar a aprendizagem a partir de situações-problema. (apud TOMAZELLO e GURGEL, 2000, p, 15-16)

Neste contexto, os PCN (1999, p. 12) estabelecem que dentre as competências e habilidades a ser desenvolvidas, o aluno deve *interpretar e criticar resultados a partir de experimentos e demonstrações*, sugerindo a experimentação como metodologia a ser utilizada em Física. Por outro lado, a atual LDB recomenda a inclusão dos alunos portadores de necessidades educacionais em classes comuns, *capacitando-se os professores para efetivar um trabalho pedagógico adequado aos alunos*, e relata:

Considera-se hoje que a educação especial não pode mais ser vista como um sistema paralelo ao ensino comum, mas sim fazer parte dele como **um conjunto de recursos pedagógicos e de serviços de apoio que facilitem a aprendizagem de todos**. Assim, a aprendizagem escolar dos alunos com necessidades especiais deve ocorrer preferencialmente **na classe comum** da rede regular de ensino, em conjunto com os demais alunos, variando o apoio que cada aluno deverá receber. (**grifo nosso**).

Entretanto, professores que não possuem formação específica provavelmente nunca vivenciaram atividades experimentais, sendo preciso formá-lo sobre como fazê-lo (VIOLIN, 1985). Neste sentido, este trabalho visa proporcionar aos professores de Física um exemplo de uso de materiais didáticos em uma atividade que permite o aprofundamento dos conceitos de condução e resistência elétrica. Como questão de investigação, buscou-se avaliar quais contribuições para os processos de ensino e de aprendizagem de conceitos de eletricidade envolvendo alunos normais e deficientes visuais podem ser efetivadas por meio de uma metodologia baseada na prática experimental, valorizando o aspecto lúdico e empregando analogias que se apóiam em sentimentos, sensações e percepções humanas, empregando uma analogia entre os sentidos e as sensações humanas.

AS SENSACIONES E A ANALOGIA COMO RECURSOS DE APRENDIZAGEM

Nós, seres humanos, temos cinco sentidos fundamentais: audição, olfato, paladar, tato e visão. Através deles contraímos nosso conhecimento sensível, cujas principais formas são a sensação e a percepção, propiciando a relação com nosso interior e exterior. Com esses sentidos, nosso corpo nos permite sentir e perceber o que está ao redor, ajudando a viver e integrar com o ambiente em que vivemos. A esse respeito, Chaui (2000 p.151) relata que:

O conhecimento sensível é chamado de conhecimento empírico ou experiência sensível e suas formas principais são a *sensação e a percepção*. Na sensação através de nossos sentidos, vemos, tocamos, sentimos, ouvimos qualidades puras e diretas como: cores,

odores, sabores, texturas. Sentimos o quente e frio, o doce e amargo, o liso e o rugoso, o vermelho e o verde, etc. A sensação é o que nos dá as qualidades exteriores e interiores, isto é, as qualidades dos objetos e os efeitos internos dessas qualidades sobre nós.

A utilização da linguagem analógica como recurso de aprendizagem (DUIT, 1991; DAGHER, 1995) permite a construção e compreensão de um domínio científico não conhecido dos alunos a partir de um domínio familiar, explorando-se atributos e relações comuns e não comuns dos domínios alvo e análogo, conforme esclarece Pádua (2003, p. 4):

O processo analógico consiste em um movimento pelo qual o indivíduo exerce um contínuo paralelismo entre os campos fonte e alvo, identificando as diferenças e semelhanças da informação que lhe estejam sendo apresentadas e aquelas que já possui, de forma que possa compreender e aprender o novo significado, a nova representação, e construir assim uma nova estrutura ou um novo conhecimento.

Bozelli e Nardi (2004) apontam que metáforas e analogias têm sido comumente usadas como instrumentos de ensino, pois demonstram que a capacidade de imaginar está intimamente relacionada à capacidade de aprender sendo esta capacidade imaginativa de abstrair, altamente desenvolvida nos deficientes visuais. A importância da linguagem metafórica e analógica reside no fato de facilitar a transposição do conhecimento de um domínio conceitual não familiar para outro mais familiar. Para tanto, utilizamos neste trabalho material do cotidiano, potencialmente significativo, sendo acessível e de baixo custo (Rosa, 2003, Laburu, 1995, Saad, 1998, Ferreira, 1979 e Violin, 1979).

O experimento proposto objetiva a análise das cargas elétricas em movimento e seus efeitos ao atravessarem condutores, permitindo uma aula dinâmica e envolvente, para alunos videntes e/ou deficientes visuais. A sua aplicação pode permitir o desenvolvimento de modelos matemáticos, sendo que Bassanezi (2002) (apud FERRUZZI et al, 2004:1354-1355) afirma que a modelagem matemática “consiste na arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los interpretando suas soluções na linguagem do mundo real” contribuindo para tornar a aprendizagem significativa.

A maneira coerente segundo a qual as idéias são gradativamente apresentadas e, progressivamente, diferenciadas em termos de detalhes e especificidade, além de explorar as relações entre conceitos e proposições, permite chamar a atenção para as diferenças e semelhanças, reais e aparentes, respeitando a progressividade dos tópicos estudados em uma ação *reconciliadora integrativa*, possibilitando ao aluno uma aprendizagem significativa, conforme descreve Moreira (2000, p. 4-5).

EXPERIMENTO PARA CONCEITUAÇÃO DA CORRENTE E DA RESISTÊNCIA ELÉTRICA EM CONDUTORES BASEADO EM SENSações E PERCEPÇÕES

O experimento desenvolvido foi realizado com 8 alunos, adultos, portadores de deficiência visual, em um curso especialmente elaborado para a realização desta pesquisa em 2007 em São Paulo pela ADEVA – Associação de Deficientes Visuais e Amigos. Dos deficientes visuais, sete possuem deficiência total, sendo três congênitos por motivos não declarados e um congênito por toxoplasmose, um por Retinose Pigmentar, um por Glaucoma e outro por Ceratite Infecciosa de Córnea, e um último com visão subnormal a 10% em um único olho.

As atividades foram gravadas e fotografadas e tinham por objetivo abordar tópicos do conteúdo programático de Física Clássica na área de Eletrodinâmica, visando o estudo

das cargas elétricas em movimento e seus efeitos ao atravessarem os condutores elétricos, sendo utilizados três canudos finos de refrigerante, três canudos de bitola grossa e uma garrafa descartável com água, que pode ser substituído por sucos e refrigerantes.

As etapas experimentais constituem-se primeiramente em conceituar o deslocamento de elétrons livres em um meio condutor, fluxo este denominado de corrente elétrica. Para tanto, supõe-se que a embalagem com água ou suco seja um reservatório de energia elétrica (uma bateria, pilha ou fonte) e o canudo plástico o meio condutor. Os alunos foram orientados a simular o papel do gerador, sugando o líquido com o canudo fino, vivenciando situação análoga ao do campo elétrico que movimenta os elétrons livres pelo condutor. Emendando dois canudos de mesma bitola e acoplando um no outro, proporcionou-se aos alunos a percepção do aumento da dificuldade da passagem do líquido em relação à primeira situação, fato idêntico quando é aumentado o comprimento do condutor. Ampliando o acoplamento para três canudos finos, a percepção da resistência se evidencia. Nesta fase o professor mediador, primeiro autor deste trabalho, já dispunha de argumentos para iniciar a conceituação junto aos alunos da passagem das cargas elétrica pelo condutor, bem como o sentido da corrente e uma idéia acerca da resistência elétrica.

Ao repetir as etapas do experimento utilizando canudos de maior bitola, os mesmos resultados foram obtidos com a percepção de maior facilidade de passagem da água, analogamente ao que se verifica na passagem das cargas elétricas. Uma vez que a facilidade de passagem do líquido foi percebida por meio da sensação e percepção de maior intensidade de seu fluxo, conseqüência de maior diâmetro do tubo trabalhou-se discursivamente com os alunos para que desenvolvessem o conceito da passagem das cargas elétricas efetuando uma relação com a quantidade do líquido que atravessa o condutor em relação ao tempo, permitindo assim conceituar a intensidade da corrente (i), obtendo-se subsídios para levar os alunos à elaboração do seguinte modelo matemático:

$$i = \frac{|\Delta Q|}{\Delta t}$$

Nesta expressão, i é a intensidade da corrente elétrica, $|\Delta Q|$ é a quantidade de carga e Δt é o tempo em que o fenômeno ocorre.

A segunda etapa buscou salientar a percepção da dificuldade da passagem do líquido comparando-se a utilização de um canudo fino com outro de bitola maior, dois canudos de bitola fina em relação a dois grossos e, por fim, quando o canal condutor era formado por três canudos de cada espessura, atividade esta que permitiu aos alunos associarem a proporcionalidade de maior ou menor resistência de passagem do líquido em relação ao fluxo do líquido pelos condutores, conceituando as situações inversas, ou seja, quanto maior a resistência, menor a intensidade de líquido fluindo e vice-versa.

Desta forma procurou-se salientar que fato semelhante ocorre para a corrente elétrica, sendo a associação feita em termos da percepção individual dos estudantes envolvidos, possibilitando que desenvolvam o significado de resistência elétrica como medida da dificuldade que as cargas elétricas encontram para atravessar um condutor, levando-os a elaborarem um segundo modelo matemático:

$$V = R \cdot i$$

Nesta expressão V é a diferença de potencial ou tensão elétrica, R é a resistência elétrica e i é a intensidade da corrente elétrica, conceituando desta forma a **1ª Lei de OHM**.

Desse modo, também foi possível constatar pela percepção narrada pelos alunos que cada bitola de canudo apresenta uma resistência diferente, de modo que o menor diâmetro corresponde à maior resistência à passagem do líquido. Portanto, os canudos apresentam uma resistência própria, característica do seu diâmetro e comprimento, da mesma forma que os condutores elétricos homogêneos de seção transversal constante, nos quais a resistência elétrica é diretamente proporcional ao seu comprimento e inversamente a área de sua seção transversal, dependendo ainda do material de que é feito. Representando matematicamente R para a resistência elétrica, ρ para a resistividade elétrica do meio condutor, L para o comprimento do condutor e A para a área da seção reta, foi elaborado junto aos alunos o seguinte modelo matemático, relacionado com a **2ª Lei de OHM**:

$$R = \frac{\rho L}{A}$$

A terceira etapa repetiu alguns procedimentos da primeira, porém objetivando permitir que os alunos percebam o efeito da soma das resistências associadas em série. Nesta etapa os alunos foram estimulados a darem maior atenção as suas percepções e aos conhecimentos adquiridos nas etapas anteriores, sendo orientados a sugarem o líquido com um canudo fino, vivenciando uma situação análoga à passagem das cargas elétricas pela resistência. Posteriormente, emendando dois canudos de mesma bitola acoplados um no outro, proporcionou-se aos discentes a percepção da dificuldade da passagem do líquido em relação à primeira situação, fato idêntico ao da intensidade de corrente elétrica quando é aumentado o número de resistências em uma associação em série. Ampliando-se o acoplamento para três canudos finos, a percepção da soma das resistências foi evidenciada.

Ao repetir as etapas do experimento, agora utilizando canudos de maior bitola, os mesmos resultados foram obtidos, criando-se condições para que os alunos tivessem a percepção de maior facilidade de passagem do líquido comparado com os canudos finos, assim como a percepção de maior dificuldade quando o sistema hidráulico for aumentado pelo acoplamento de um número maior de canudos, analogamente ao que se verifica na corrente elétrica. Desse modo, a análise das percepções discutidas em sala de aula permite que os alunos compreendam o efeito da soma de resistências de menor valor.

Esta etapa permitiu obter subsídios para levar os alunos à elaboração de um modelo matemático para a associação de resistores em série, representado pela equação:

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

Analisando as percepções dos alunos verificou-se que houve unanimidade em afirmar que em qualquer das etapas a intensidade da passagem do líquido foi mais intensa que nas situações anteriores, pois houve diminuição da resistência, situação análoga à passagem das cargas elétrica na associação de resistores em paralelo. Diferentemente das anteriores, esta etapa não permite aos alunos elaborar o modelo matemático necessário para o cálculo da resistência equivalente, mas possibilita trabalhar por meio das percepções os conhecimentos adquiridos nas etapas anteriores, facilitando o entendimento do resultado da situação problematizada, que pode ser resolvida formalmente pelo modelo matemático:

$$\frac{1}{R_{Eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS

A etapa inicial foi caracterizada pelo diagnóstico dos conhecimentos prévios dos alunos referentes ao tema abordado, enquanto na etapa seguinte da investigação foram realizadas avaliações para medir o grau dos conhecimentos adquiridos após a aplicação das fases experimentais. O questionário qualitativo com perguntas abertas e fechadas é reproduzido abaixo e foi aplicado de forma oral e individual. Os alunos foram orientados a informarem com a frase “não sei” as questões cuja resposta estava fora de sua área de conhecimento.

- 1 - O que é Eletrodinâmica?
- 2 - O que é um meio condutor de eletricidade?
- 3 - Como a corrente elétrica se movimenta?
- 4 - O que é resistência elétrica?
- 5 - O que significa intensidade de corrente elétrica?
- 6 - O que significa a instalação de uma resistência após a outra?
- 7 - O que significa a instalação de uma resistência ao lado da outra?

A partir das respostas dos 8 alunos constatou-se que não possuíam conhecimentos prévios expressivos sobre o tema abordado, pois apenas a questão 2 teve 2 respostas vagas, como “o local que permite a passagem de eletricidade, algo que conduz a eletricidade”.

AVALIAÇÃO PARA VERIFICAÇÃO DA APRENDIZAGEM CONCEITUAL

Na segunda etapa da investigação, após a construção do conhecimento individual pelos alunos em cada fase experimental apoiada nas analogias, foi aplicada uma avaliação com perguntas dissertativas e exercícios orais para o cálculo mental da resistência equivalente em um circuito em série e outro em paralelo, procurando identificar elementos que sinalizassem a aprendizagem proporcionada pela atividade.

- 1 - O que é Eletrodinâmica?

É o estudo das cargas elétricas, elétrons em movimento.

É quando se estuda o movimento das cargas elétricas, formada pelos elétrons.

- 2 - O que é um meio condutor de eletricidade?

Um material que possui em sua composição elétrons livre.

Um meio material que possui elétrons livres.

- 3 - Como a corrente elétrica se movimenta?

A corrente elétrica é o movimento de cargas elétricas negativas, elétrons, em um meio condutor sólido, sendo pelo princípio de atração e repulsão do negativo para o positivo e por convenção no sentido ao contrario ao movimento dos elétrons.

Do positivo para o negativo do gerador, enquanto o que ocorre na realidade é que o elétron do meio condutor é atraído pelo positivo do gerador.... Enfim quem se movimenta são os milhares de elétrons formando a corrente elétrica.

- 4 - O que é resistência elétrica?

É o material que se opõem a passagem parcial da corrente elétrica.

É a medida da dificuldade que as cargas elétricas encontram para passar por um determinado meio, podendo ser Ôhmico ou não.

5 - O que significa intensidade de corrente elétrica?

Ao contrario da resistência mede a passagem da quantidade de elétrons que multiplicado pelo valor da carga elementar em cada segundo da à medida da intensidade da corrente em A em homenagem ao francês Ampère Marie

Intensidade como o termo já diz, mede a facilidade da passagem da corrente e é o inverso da resistência e o quociente da carga Q pela variação do tempo, sendo medido em (A) Ampère, sendo seu nome André Marie Ampère.... Como vimos também pode ser calculado fazendo Uri ($U = R.i$) onde R é a resistência total do circuito.

6 - O que significa a instalação de uma resistência após a outra?

O mesmo que um canudo após o outro, uma serie de canudos uma série de resistências que podem ser substituídas por uma única de valor equivalente pela soma dos valores individuais de cada uma.

Resistências em série.

7 - O que significa a instalação de uma resistência ao lado da outra?

Uma instalação de resistências em paralelo.

Resistências em paralelo cuja resistência equivalente pode se fazer duas a duas pela divisão de seu produto pela soma.

8 – Um circuito apresenta 4 resistências ligadas em série, de valores, 2Ω , 4Ω , 6Ω e 8Ω . Qual o valor da resistência equivalente? *Todos responderam 20Ω .*

9 – Um circuito apresenta 4 resistências ligadas em paralelo duas a duas de valores 2Ω , 4Ω e 1Ω , 5Ω . Qual o valor da resistência equivalente? *Todos responderam 3Ω .*

A análise das respostas dos estudantes mostrou claramente um elevado nível de acerto das questões propostas, permitindo concluir que os aprendizes atingiram os objetivos iniciais traçados, desenvolvendo a aprendizagem dos tópicos e conceitos programados.

CONCLUSÃO

Procurou-se desenvolver uma proposta metodológica dinâmica, versátil, permitindo várias abordagens sobre o tema Eletrodinâmica, empregando material de baixo custo e fácil acesso, entendendo que suas variações e desmembramentos podem auxiliar a aprendizagem em Física de alunos deficientes visuais. As atividades serviram de base para a realização de uma pesquisa qualitativa segundo critérios estabelecidos por André (1997), pois tem grande quantidade de dados baseados na relação entre o pesquisador e a comunidade objeto da pesquisa, tendo o pesquisador feito uso da observação participante, que envolve observação, anotações de campo, entrevistas, análises de documentos.

A dinâmica de apresentação e abordagem dos conteúdos de ensino permitiu a progressiva diferenciação de detalhes e especificidade, além de explorar as relações entre conceitos e proposições através das analogias e percepções, priorizando a participação dos alunos e chamando a sua atenção para que percebessem através dos sentidos as diferenças e semelhanças, reais e aparentes das situações propostas, facilitando a construção de seu conhecimento e uma aprendizagem significativa (MOREIRA, 2000) a partir de situações devidamente contextualizadas e problematizadas (NUNES, 2002).

Acreditamos pelos resultados positivos obtidos que esta proposta de ensino contribuiu para transpor práticas tradicionais de ensino ao criar um ambiente que estimula a reflexão e a efetiva participação dos alunos, cuja dinâmica desperta seu interesse e aguça a sua curiosidade (SAAD et al, 1998).

Além disso, a analogia entre os tópicos abordados e os sentidos (DUIT, 1991), as percepções e as sensações humanas (CHAUI, 2000), oportunizadas pela realização do experimento proposto, proporcionaram a construção do conhecimento pelos próprios alunos deficientes visuais, tendo sido utilizado um procedimento que permitiu ir além da simples matematização da Física para a resolução de uma situação problematizada, levando-os a construção dos modelos matemáticos relacionados aos conceitos abordados (BASSANEZI, 1990; FERRUZZI et al 2004; LOZADA et al, 2006; MORRONE et al, 2007).

Assim, a aprendizagem conceitual demonstrada pelos resultados observados nas respostas dos alunos às questões 2 a 7 do questionário de pós-teste indica que os mesmos ampliaram significativamente seu nível de compreensão acerca dos conceitos de corrente elétrica, condutor, resistência elétrica e associação de resistores em série e em paralelo, dando sentido a estes conceitos e permitindo a aplicação na solução das questões apresentadas, bem como na análise dos resultados obtidos.

Constata-se, assim, que a busca de metodologias adequadas que permitam aperfeiçoar o ensino de Física destinado a alunos deficientes visuais (COSTA, NEVES E BARONE, 2006), visando facilitar seu processo de construção de conhecimento sobre diferentes conceitos físicos deve ser uma prática freqüente nos ambientes educacionais onde estudantes com esta característica estejam presentes (CAMARGO E SILVA, 2006).

Contudo, cabe esclarecer que o experimento apresentado neste trabalho não tem o escopo de propagar uma visão empirista da Ciência, mas sim contribuir para que os alunos aprendam de modo significativo os conceitos de Eletrodinâmica.

Finalmente, entendemos que atividades como as aqui realizadas podem contribuir efetivamente para que estudantes com deficiências sejam mais facilmente incluídos e integrados na sociedade, diminuindo suas dificuldades de adaptação e facilitando o acesso aos seus direitos e ao exercício de sua cidadania.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, M. S. T; ABIB, M. L. V. S. Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades. Rev. Bras. Ens. Fís., **25** (2): 176-194, 2003.

ANDRÉ, M. E. D. A. Tendências atuais da pesquisa na escola Scielo - Brasil. Cad. CEDES vol.18 n.43 Campinas Dec. 1997. **p. 2**

ASSOCIAÇÃO DOS DEFICIENTES VISUAIS E AMIGOS - ADEVA São Paulo. Disponível em <<http://www.adeva.org.br/nossosdireitos/direitoaotrabalho.htm>> Acesso em 18 jan 2008.

BASSANEZI, R. C. *Modelagem como metodologia de ensino de matemática*. In: Actas de La Séptima Conf. Interam. de Educación Matemática. Paris: UNESCO, 1990. p. 130-155.

BOZELLI, F. C.; NARDI, R. Analogias e Metáforas no Ensino de Física: *O discurso do professor e o discurso do aluno*. In: IX Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. Belo Horizonte. 26 a 29 out. 2004. Acesso em 7 mar. 2008. Disponível em:

< <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epf/ix/UntitledFrame-6.htm>>

BRASIL. Lei nº 9394/96, de 20 de dezembro de 1996. Lei das Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Disponível em: http://www.ceesp.sp.gov.br/Pareceres/pa_468_99.htm
Acesso em: 19 janeiro 2008.

BRASIL. Ministério da Educação, Instituto Benjamin Constant (IBC) in: Borba Recursos Didáticos na Educação Especial, por Jonir Bechara Cerqueira e Elise de Melo Borba Ferreira. Rio de Janeiro – RJ. Acesso em 22 fev. 08 Disponível em <http://www.ibc.gov.br/?itemid=102#more>

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio – Brasília, 1999.

CAMARGO, E. P. *O ensino de Física no contexto da deficiência visual: elaboração e condução de atividades de ensino de Física para alunos cegos e com baixa visão*. Campinas, SP. 2005. 272 p. Tese doutorado – UNICAMP, Faculdade de Educação.

CAMARGO, E. P.; SILVA, D. *O ensino de Física no contexto da deficiência visual: análise de uma atividade estruturada sobre um evento sonoro – posição de encontro de dois móveis*. Ciência e Educação, v. 12, n. 2, p. 155-170, 2006.

CASTRO, R. S.; CERQUEIRA, F. E. Atividades experimentais: *canal de interlocução com professores em treinamento*. Rev. Bras. Ens. Física, **14** (4): 205-208, 1992.

CERQUEIRA, J. B.; FERREIRA, E. M. B. Os recursos didáticos na educação especial. In: Publicação técnico científica do Centro de Pesquisa, Documentação e Informação do Instituto Benjamin Constant (IBCEN/MEC). **Revista Benjamin Constant**. Edição 5 Artigo 3. 5 pgs. Dez, 1996.

COSTA, L. G.; NEVES, M. C. D.; BARONE, D. A. C. *O ensino de Física para deficientes visuais a partir de uma perspectiva fenomenológica*. Ciência e Educação, v. 12, n. 2, p. 143-154, 2006.

CHAUI, M. Convite à Filosofia. - O conhecimento. Capítulo 2. A percepção Ed. Ática, p.151-157 São Paulo 2000.

DAGHER, Z. *Analysis of analogies used by Science Teachers*. Journal of Research in Science Teaching, v. 32 (3), pp. 259-270, 1995.

DUIT, R. *On the role of analogies and metaphors in learning science*. Science Education, v. 75, pp. 649-672, 1991.

FERREIRA, N. C. Proposta de laboratório para a escola brasileira – *um ensaio sobre a instrumentalização no ensino médio de física*. São Paulo, 1978. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências: modalidade Física) - Instituto de Física e Faculdade de Educação, USP.

FERRUZZI, E. C. A Modelagem Matemática como estratégia de ensino e aprendizagem do Cálculo Diferencial e Integral nos Cursos Superiores de Tecnologia. Dissertação. (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas), Univ. Federal Santa Catarina. Florianópolis, 2003.

FREITAS, L. V.; FURTADO, W. W. *Abordagem experimental no ensino da física – o início de um laboratório para o CEPAE*. In: CONGRESSO DE PESQUISA, ENSINO E EXTENSÃO DA UFG - CONPEEX, 2., 2005, Goiânia. Anais eletrônicos do II Seminário PROLICEN [CD-ROM], Goiânia: UFG, 2005.

HEINECK, R. O ensino de Física na escola e a formação de professores: *reflexões e alternativas*. Cad. Cat. Ens. Física, **16** (2): 226-241, Florianópolis, 1999.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Censo 2000, Geociências, Brasil. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2000/tabulacao_avancada/tabela_brasil_1.1.3.shtm> Acesso em: 19 jan 2008.

KIRK, S. A.; GALLAGHER, J. J. *Educação da criança excepcional*. São Paulo: Martins Fontes, 1996

LABURU, C. E. Demonstre em aula: Movimentos acelerados: *Um experimento de baixo custo para o Ensino Médio*. Cad. Cat. Ens. Física, v. 12, n.1: p.53-55, abril de 1995.

LEONTIEV, A. N. Uma contribuição à teoria do desenvolvimento da psique infantil. In: VYGOTSKI, L.S; LURIA, A. R. e LEONTIEV, A. N. Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem. São Paulo: Ícone/Editora da Universidade de São Paulo, p. 59-83, 1988.

LOZADA. C. O; MORRONE, W; ARAÚJO, M. S. T. e AMARAL, L. H. *Os Modelos Matemáticos e a sua importância para o ensino de Física no Ensino Médio*. In: SEMINÁRIO INT. PESQUISA EM EDUC. MAT. – III SIPEM, SP. p. 154, 2006

MORAES, A. M.; MORAES, I J. *A avaliação conceitual de força e movimento*. Rev. Bras. Ens. Física, **22** (2): 232-246, 2000.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem Significativa Crítica III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, Lisboa (Peniche), 11 a 15 de setembro de 2000. Atas p.p. 33-45, Acesso em 22 fev. 08 Disponível em www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigcritport.pdf

MORRONE, W; LOZADA. C. O; AMARAL, L. H. e ARAÚJO, M. S. T. *Conceituando Corrente e a Resistência elétrica por meio de sensações utilizando materiais do dia-a-dia: Um experimento para aprendizagem significativa de alunos do Ensino Médio*. SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA – XVII SNEF, São Luis, MA, 2007

NUNES, C. Ensino Médio – Diretrizes Curriculares Nacionais, Rio de Janeiro: DP&A, 2002.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. *Atualização do currículo de Física na escola de nível médio: um estudo desta problemática na perspectiva de uma experiência em sala de aula e da formação inicial de professores*. Cad. Cat. Ens. Física, **18** (2) 135-151, 2001.

PÁDUA, I. C. A. Analogias, Metáforas e a Construção do Conhecimento: *Por um Processo Ensino-Aprendizagem mais Significativo*. In: ANPEd - Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação. GT-4. Poços de Caldas, 3 a 8 out 2003.

ROSA, C. T. W. *Concepções teórico-metodológicas no laboratório didático de física na universidade de Passo Fundo*. ENSAIO Pesquisa em Educação e Ciências. UFMG. Minas Gerais. V. 5, n. 2, p.13-27, out. 2003

SAAD, F. D.; YAMAMURA, P.; REIS, D. G. e FURUKAWA, C.H. *Física para o ensino de Ciências - Catalogo de Demonstrações*. In: Curso de Extensão Universitária – Experimentos de Física em Aulas de Ciências. IFUSP. São Paulo 1998.

TOMAZELLO, M. G. C; GURGEL, C. M. A. A prática Experimental em Física: Como ir Além? In TOMAZELLO, M.G.C.(org). A experimentação na Aprendizagem de Conceitos Físicos Sob a Perspectiva Histórico Cultural. Piracicaba: UNIMPE/CAPES/PROIN, 2000.

VIGOTSKI, L. S. *Fundamentos de defectologia: El niño ciego*. Problemas especiales da defectologia. Havana: Editorial Pueblo Y Educación, p. 74-87, 1997.

VIOLIN, A. G. - *Mecânica I – programa para ensino individualizado*. 2º edição. Rio de Janeiro, FAE, 1985.