

Uma proposta do uso do computador como ferramenta inclusiva de deficientes visuais em aulas de Física

A proposal of the computer use as inclusive tool of blind in physics classes

Resumo

Ao longo da História, a concepção a cerca da deficiência visual e do próprio deficiente vem sofrendo mudanças significativas. Podemos dividi-la em três fases: mística, Biológica e Científica. Nessa última, surgida na Idade Média, o cego passou a ser visto como um ser social, lançando as bases para um processo de inclusão. Trazendo para o Ensino de Física, o processo de inclusão só se tornará possível quando superarmos alguns obstáculos, como a relação entre conhecer um fenômeno físico e ver esse fenômeno, e o predomínio de atividades passivas à participativas. O presente trabalho é parte integrante de um projeto de doutorado, cuja proposta é investigar as potencialidades e limitações de softwares leitores de tela, e avaliar suas possibilidades de integração com as modalidades de ensino utilizadas em aulas de Física, sugerindo estratégias alternativas para a inclusão desses alunos ao mundo da Física.

Palavras-chave: deficiência visual, ensino de Física, computador

Abstract

Along the history, the conception about the blindness and the blind is undergoing significative changes. We can divide them on three phases: mystic, biological and scientific. In this last, which arose in the middle ages, the blind came to be seen as a social being, introducing the basis to an inclusion process. In Physics teaching, the inclusion process will become just possible when we overcome some obstacles, as the relationship between knowing a physic phenomenon and see that phenomenon, and the predominance of the passive activities instead of participatory activities. The present report is part of a PhD project which aims to investigate the potentiality and limitations of screen readers, as well as evaluating its possibilities of integration with the teaching modalities in physics classes. So, suggesting alternative strategies to the inclusion of these students to the physics' world.

Key words: blindness, physics teaching, computer

Fundamentação teórica

Uma perspectiva sócio-histórica a respeito da deficiência visual

As concepções a cerca da deficiência visual ao longo da História, segundo Vygotsky (1997) em sua obra "*O menino cego*", podem ser divididas em três fases: mística, biológica e científica ou sócio-psicológica. A **fase mística** compreende a Antigüidade, a Idade Média e grande parte da história moderna. Nessa fase, paralelamente a visão do cego como uma pessoa indefesa, inválida e abandonada, surge a idéia geral de que os cegos desenvolvem as forças místicas superiores da

alma, resultando no acesso ao conhecimento espiritual e a visão espiritual, em substituição à visão física perdida. A denominação ‘mística’ não se deve somente a noções e crenças religiosas, como a de que os cegos estão ligados de todos os modos a Deus (“estão com Aquele que vê, porém é invisível”), essencialmente porque as características que atribuíam aos cegos forças supra sensoriais da alma, cujos vínculos com a cegueira pareciam enigmáticos, milagrosos e incompreensíveis. Essas concepções não se baseavam nas experiências e testemunhos dos próprios cegos sobre si mesmos nem de estudos científicos e sim em teorias a cerca da alma e do corpo e a crença em um espírito incorpóreo¹.

No século XVIII, com a **fase biológica**, em que o místico foi substituído pela ciência, a crença pela experiência e o estudo e o cego foi incorporado a vida social e cultural através da educação, surge a idéia de que a perda da visão seria compensada pelo desenvolvimento acentuado dos outros órgãos do sentido. K. Bürklen (apud Vygotsky, 1997, p.101), reunindo vários trabalhos demonstrou que essa compensação não surge a partir de uma compensação fisiológica direta da deficiência visual e sim uma compensação sócio psicológica geral que segue um curso complexo e indireto, sem substituir a função suprimida nem ocupar o órgão insuficiente.

A **fase científica**, surgida na Idade Moderna, é também chamada de sócio-psicológica devido a importância e o papel psicológico do defeito orgânico no processo de desenvolvimento e formação da personalidade do deficiente visual. Dessa forma, segundo Vygotsky (1997, p. 103), se um órgão encontra-se debilitado devido a insuficiências de ordem morfológica ou funcional, o sistema nervoso central e a mente assumem sua função no sentido de compensar sua deficiência. Em outras palavras, no sentido de superar, de ultrapassar as barreiras da deficiência, o organismo do indivíduo inicia uma ‘luta’ interna, mas que pode leva-lo a dois caminhos: o da debilidade, devido ao fracasso desse mecanismo de compensação interno e o da supercompensação, em que o organismo não somente vence as dificuldades, mas eleva o indivíduo a um nível superior, transformando a deficiência em um talento, o defeito em capacidade, a debilidade em força e insuficiência em elevada auto-estima.

As idéias de Vygotsky² apontam os rumos para uma sociedade inclusiva, em que para ele “a educação do menino cego deve ser organizada como a educação dos meninos videntes”, convertendo-o realmente em uma pessoa normal, socialmente válida. Concluindo que

“a ciência contemporânea deve conceder ao deficiente visual o direito a um trabalho social, não em suas formas humilhantes, filantrópicas e sim em formas que respondam a autêntica essência do trabalho, a única capaz de criar para a personalidade a necessária posição social”.

O quadro dos deficientes visuais no Brasil: O que dizem as estatísticas e as bases legais?

Segundo o IBGE (BRASIL, 2005), revelado pelo Censo de 2000, o número de pessoas no Brasil que apresentam algum grau de deficiência visual corresponde a cerca de 16,6 milhões, sendo que 150 mil declararam-se cegas. Considera-se deficiente visual, segundo o artigo 4º do decreto nº 3.298, publicado em 20/12/1999,

¹ Ibid., p. 99

² Ibid., p. 112

àquelas pessoas cuja acuidade visual é igual ou menor que 20/200 no melhor olho, ou seja, mesmo após a melhor correção essa pessoa enxerga a 20 metros o que uma pessoa com visão normal enxergaria a 200 m (BRASIL, 1999). O artigo 2º do mesmo decreto diz que

cabe aos órgãos e às entidades do Poder Público assegurar à pessoa portadora de deficiência o pleno exercício de seus direitos básicos, inclusive dos direitos à educação, à saúde, ao trabalho, ao desporto, ao turismo, ao lazer, à previdência social, à assistência social, ao transporte, à edificação pública, à habitação, à cultura, ao amparo à infância e à maternidade, e de outros que, decorrentes da Constituição e das leis, propiciem seu bem-estar pessoal, social e econômico.

Nesse contexto, segundo Camargo (2008a, p. 16), “a deficiência visual é mais que um fenômeno orgânico, sensorial. Ela é, definitivamente, um fenômeno social”, sendo importante entendermos o significado da expressão *‘Inclusão Social’*. Aranha (2002) define *‘Inclusão Social’* como um processo bidirecional em que cabe ao deficiente a manifestação de suas necessidades e à sociedade as providências e ajustes necessários para o acesso e a convivência deste ao espaço comum. Dessa forma a autora destaca como necessidade básica para a construção de uma sociedade inclusiva,

“efetivar os ajustes, na sociedade, de forma a garantir, imediata e definitivamente, o acesso desses cidadãos a todo e qualquer recurso, serviço, equipamento, processo disponível na comunidade, independente do tipo de deficiência”.

Para Camargo³, deve-se garantir ao cidadão não somente o acesso aos bens coletivos materiais, mas também à ciência, à língua, à literatura, etc., e sendo um dos papéis da educação construir a inclusão social, “faz-se necessário garantir condições para que a democratização do ensino de qualidade se efetue real e concretamente para todos”.

Nesse sentido, o capítulo V da Lei de diretrizes e bases da educação nacional (LDBN) nº 9394/96 é destinado à educação especial (BRASIL, 1996). Em seu artigo 58 (parágrafo 1º), assegura ao aluno especial, “serviços de apoio especializado na escola regular”, que segundo Aranha (2002) não se trata de atendimento exclusivo em classe especial ou classe comum, mas a flexibilidade de planos de apoio intermediários ou combinados. Segundo o artigo 59, são direitos assegurados aos alunos com habilidades especiais:

- o Currículos, métodos, técnicas, recursos educativos e organização específicos, para atender às suas necessidades;
- o Professores com especialização adequada em nível médio ou superior, para atendimento especializado, bem como professores do ensino regular capacitados para a integração desses educandos as classes comuns;
- o Educação especial para o trabalho, visando a sua efetiva integração na vida em sociedade, inclusive condições adequadas para os que revelarem capacidade de inserção no trabalho competitivo, mediante articulação com órgãos oficiais afins, bem como aqueles que apresentarem uma habilidade superior nas áreas artística, intelectual ou psicomotora.

³ op. cit., p. 17

Neste sentido, segundo Aranha (2002) “aos alunos considerados especiais interessa uma escola em que assegure a universalização da educação básica, observando modalidades e programas compatíveis com a diversidade das características do alunado”.

O ensino de Física para deficientes visuais

Do ponto de vista de Camargo (2008a, p. 154), a inclusão de alunos deficientes visuais em aulas de Física só se tornará possível se levarmos em consideração certos aspectos como “*relação entre conhecer fenômenos físicos e ver esses fenômenos*”. Segundo o autor, parece haver uma relação entre conhecer e ver, como se o conhecimento somente se estabelecesse através da representação visual. Ao superarmos tal relação e entendermos que a visão não pode ser utilizada como pré-requisito para o conhecimento de certos fenômenos físicos, implicará em alternativas ao ensino de Física, tornando-o acessível a todos os alunos. Outro aspecto diz respeito ao “*desconhecimento da pessoa com deficiência visual*”. Muitas pessoas, inclusive professores ainda não superaram a visão mística (VYGOTSKY, 1997) a cerca do deficiente visual. Faz-se necessário ao professor de Física conhecer as reais potencialidades e limitações de seus alunos deficientes visuais, pois dessa forma poderá propor metodologias e meios de ensino mais próximos desses alunos (CAMARGO, 2008a, p. 156). Ferreira (2008) entrevistou um professor de Física que trabalhava com alunos deficientes visuais, o mesmo mostrou admiração ao perceber que esses alunos possuíam habilidades em resolver cálculos de cabeça e em outra ocasião chegou a afirmar que “*o cérebro dele, a capacidade de aprender dele é a mesma minha, sua, de qualquer um de nós. Só que ele é está limitado. Limitado pela visão*” (...) “*eu vejo que o problema da deficiência visual seria a gente buscar caminhos, e os caminhos no caso seriam... as mãos e os ouvidos... para equiparar as coisas*”. Nessa fala percebemos a visão mística ao achar que os mesmos possuem super habilidades e a presença da ‘teoria da compensação’ ao sugerir que a resolução desse ‘problema’ seria buscar a substituição por outros órgãos dos sentidos, como o tato e a audição. Outro aspecto que pode oferecer barreira ao processo de inclusão refere-se “*a não superação de procedimentos tradicionais de ensino-aprendizagem*”. Segundo Camargo⁴, de preferência deve-se predominar atividades “*dialógicas/participativas*” em relação às “*diretivas/passivas*”, permitindo maior participação dos alunos. Para isso devem-se criar canais adequados de comunicação entre os alunos e condições para obtenção de resposta. Ao contrário poderá causar no deficiente visual uma “*condição de estrangeiro*”, ou seja, quando a veiculação da comunicação se dá por meio de estrutura áudio-visual interdependente (CAMARGO, 2008b).

Tecnologias inclusivas e o ensino de alunos com deficiência visual

As tecnologias voltadas às pessoas com deficiência visual, em sua maioria, são baseadas em mecanismos com interface auditiva ou tátil. A mais primitiva e eficiente é sem dúvida o sistema *braille*, inventado pelo francês Louis Braille, em 1825, a partir do sistema de leitura no escuro, para uso militar, de Charles Barbier. O mesmo corresponde um alfabeto convencional cujos caracteres se indicam por pontos em relevo, em que o deficiente visual distingue por meio do tato. Em especial

⁴ op. cit., p. 158

ao ensino de ciências, houve-se a necessidade de criação de ferramentas complementares que proporcionassem aos alunos com deficiência visual o acesso não somente às informações textuais, como também gráficas (imagens, equações e gráficos), uma alternativa ao sistema Braille.

Para Parry (1997), uma das maiores dificuldades encontradas pelos deficientes visuais em ensino de ciências diz respeito à **álgebra**, por que as equações em Braille são simplificadas para a leitura seqüencial, principalmente equações fracionárias, caractere a caractere, dificultando o entendimento do todo e a retomada de alguma parcela da equação. Nesse sentido, Tato e Lima (2007) propuseram um sistema que permite a leitura e escrita concomitantemente. O material consiste de uma placa metálica e objetos com símbolos em Braille colados a ímãs, de forma a possibilitar autonomia ao usuário em não somente montar as equações, mas retomá-las, similarmente aos alunos videntes.

Para a **interpretação de figuras e gráficos**, Parry (1997) apresentou uma ferramenta em que, com o auxílio de uma caneta pirográfica, é possível desenhar gráficos em baixo relevo em um papel especial à base de cera. Parry propôs ainda o uso de uma haste flexível capaz de ‘tomar a forma’ de qualquer curva desejada pelo aluno. O modelo proposto por Windborn (1999) é composto por uma placa de plástico e pinos, de forma que o professor pode ‘contornar’ figuras e gráficos com o auxílio dos pinos, para que o aluno possa sentir. Roth et al. (2002) propôs um mecanismo eletrônico que permite ao usuário a ‘construção mental’ e posterior reprodução de gráficos através de três sistemas: um de interface auditiva, outro de interface tátil (com o auxílio do *mouse*) e um terceiro a partir da combinação dos dois primeiros.

Outra preocupação é com relação às **práticas de laboratório**. Dessa forma, Windborn (1999) propôs duas ferramentas. A primeira consiste em uma régua com padrões de medida em alto relevo, permitindo ao aluno mensurar dimensões de objetos e pequenas distâncias. A segunda, mais sofisticada, consiste num sistema chamado de “olho elétrico”, que emite um som quando um objeto passa entre seus sensores. Jane et. al. (2006), construiu um sistema de realidade virtual chamado PHANTOM[®]. Este sistema, conectado a um computador, utiliza uma caneta especial que permite a simulação do contato da ponta dos dedos em objetos virtuais. Porém, apesar de sua eficiência, trata-se de uma tecnologia bastante cara. Nesse contexto, o custo dessas tecnologias torna-se um fator limitante para sua implantação, em se tratando de ensino público.

O uso do computador no ensino de Física e suas possibilidades de utilização no processo de inclusão social.

O uso do computador no ensino teve início na década de 1980, quando o americano Seymour Papert criou a linguagem *Logo*, com a qual crianças a partir dos 6 anos de idade podiam programar e desenhar figuras geométricas (PAPERT⁵, 1980 apud FILHOAIS; TRINDADE, 2003). Nos anos 1990 com a popularização da internet, após a criação da *World Wide Web*, o impacto da informática na educação foi enorme. Ainda na década de 1990 houve o aparecimento de processadores mais potentes, resultando em maior capacidade gráfica dos computadores. E com o preço

⁵ PAPERT, S. *Mindstorms – Children, computers, and powerful ideas*. New York: Basics Books, 1980.

dos computadores cada vez mais baixos, houve uma proliferação entre as escolas e a população em geral (FILHOAIS; TRINDADE, 2003).

Para o Ensino, em especial o Ensino de Física, são muitos os modos de utilização do computador como ferramenta de ensino-aprendizagem. Sendo a Física uma ciência experimental, o mesmo pode ser usado na **aquisição de dados**, associado às aulas de laboratório. Pode ser utilizado também na criação de **modelos e simuladores**, bastante úteis na execução de experiências difíceis ou impossíveis de realizar na prática, devido a custo, risco ou tempo, por exemplo. Com o surgimento das **hipermídias**, os softwares educacionais ganharam mais interatividade, pois o aluno pode navegar pelos programas, através de seus *links*, não necessitando seguir um caminho linear. Com o desenvolvimento da **realidade virtual**, possibilitou o estudo de situações tridimensionais complexas, situações de aprendizagem por tentativa e erro, permitindo a imersão, a interatividade e a manipulação. E a **internet** tornou-se a mais ativa biblioteca do mundo, além de permitir a exploração de todas as ferramentas já citadas acima (FILHOAIS; TRINDADE, 2003). No entanto não podemos perder o foco da educação que envolve não somente a informação, mas em fazer os alunos pensarem sobre a informação e refletirem criticamente, lidando com a compreensão, com o conhecimento e a sabedoria (MEDEIROS; MEDEIROS, 2002).

Nesse contexto de intenso avanço na área de Tecnologia da Informação e seu importante papel no processo de ensino-aprendizagem de Física, devemos refletir *“até que ponto os deficientes visuais estão se beneficiando desses avanços?”*, ou seja, *“que medidas estão sendo tomadas para tornar o computador, para o ensino de Física, uma ferramenta também de inclusão social dos deficientes visuais?”*.

As Ferramentas DOSVOX, JAWS e VIRTUAL VISION

Tratam-se de softwares que permitem a acessibilidade de pessoas com deficiência visual aos ambientes virtuais. Segundo Valente⁶ (1991 apud SONZA; SANTAROSA, 2003), os potenciais tecnológicos constituem-se como valiosas ferramentas de ensino aprendizagem ao

“propiciar aos sujeitos a oportunidade de desenvolverem atividades interessantes, desafiantes e que tenham propósitos educacionais e de diagnósticos. Estas atividades podem oferecer a eles a chance de adquirir conhecimento e sobrepujar suas deficiências intelectuais”.

De acordo com Campell⁷ (2001, apud SONZA; SANTAROSA, 2003), “desde a invenção do código Braille, nada teve tanto impacto nos programas de educação, reabilitação e emprego quanto o recente desenvolvimento da informática para os cegos”. Dentre os sistemas para deficientes visuais, os mais utilizados atualmente no Brasil são o Dosvox, Jaws e o Virtual Vision, brevemente descritos a seguir.

DOSVOX

Criado pelo Núcleo de Computação Eletrônica (NCE) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) em 1993, consiste em um sistema operacional

⁶ VALENTE, J. A. Liberando a mente: computadores na educação especial. Campinas: Editora da UNICAMP, 1991.

⁷ CAMPPELL, L. Trabalho e cultura: meios de fortalecimento da cidadania e do desenvolvimento humano. Revista contato – conversas sobre deficiência visual – Ed. Especial. Ano 5, n. 7, 2001.

que se comunica com o usuário através de um sintetizador de voz, viabilizando seu uso por deficientes visuais (SONZA; SANTAROSA, 2003). Trata-se de um gerenciador de tarefas, permitindo ao usuário, editar e ler textos, imprimir (à tinta ou em Braille), possui ainda ampliador de tela para usuários de baixa visão, diversos jogos e permite o acesso à internet, além de poder operar programas que não foram criados para cegos, através de adaptações que permitem leituras sintéticas de telas e interações bidimensionais com o auxílio do *mouse* (BORGES, 2010), como por exemplo programas em ambiente Windows®, com a versão WINVOX (SONZA; SANTAROSA, 2003). Porém relatos na literatura apontam para algumas de suas limitações. Devido a maioria das páginas na internet apresentarem figuras, gráficos e frames, o seu acesso ainda é um pouco restrito (SONZA; SANTAROSA, 2003).

Para Pinheiro e Bonadiman (2008), um dos maiores obstáculos ao uso dessa ferramenta para o acesso de deficientes visuais ao EaD (ensino à distância) é o encapsulamento de vídeos e imagens em *Applets Java* ou *Flash*. Segundo os autores, esses recursos embora válidos, não são universais e assim não podem garantir que a maioria dos leitores de tela, principalmente o DOSVOX, consiga apresentá-los. Segundo pesquisa feita por Wataya (2006), as dificuldades ao acesso a plataforma de ensino à distância do TelEduc através do DOSVOX foram com relação a abertura ou *download* de textos, que segundo os usuários só era possível aqueles com extensão *.txt* e dificuldade para acessar certos *links*.

JAWS

É um programa desenvolvido pela empresa americana Henter-Joyce e adaptado ao ambiente Windows®, o que possibilita ao usuário o acesso a maioria dos aplicativos existentes, como Office, Internet Explorer, E-mail, Chat, Instant messaging, entre outros. Entre suas vantagens destacamos a flexibilidade em operar com sintetizador de voz próprio ou externo; ‘roda’ aplicativos MS-DOS®; suporta a linguagem *Flash*, utilizada no desenvolvimento de algumas páginas da Internet; melhorias na utilização do Internet Explorer, de *scripts Java* e dos programas *Word*, *Excel*, *Winamp* e *Acrobat Reader*; e compatibilidade com programas de leitura de DVD (SONZA; SANTAROSA, 2003). De acordo com Wataya (2006), durante o acesso dos alunos ao portal TelEduc de ensino à distância, “o número excessivo de textos provoca uma leitura desordenada, dificultando, assim, a identificação dos mesmos e das respostas”.

VIRTUAL VISION

Desenvolvido por uma empresa brasileira, localizada na cidade de Ribeirão Preto, interior de São Paulo, a MicroPower, foi lançado em janeiro de 1998. Também é totalmente adaptado ao ambiente Windows®, portanto compatível com aplicativos Office, programas para acesso a internet (Internet Explorer), programas de e-mail, programas de OCR (reconhecimento óptico de caracteres). Não requer sintetizador de voz externo. Através desse programa também é possível digitalizar um texto para posterior impressão em Braille, caso o scanner utilizado possua um programa OCR. Ao acessar a internet, o mesmo permite a leitura de páginas, inclusive os *links* para outras páginas. Apesar de possuir certa limitação em sites com *frames* e tabelas (SONZA; SANTAROSA, 2003).

Os Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs)

Os Ambientes Virtuais de aprendizagem (AVAs) ou Ambientes Digitais de Aprendizagem (ADAs), tratam-se de sistemas computacionais disponíveis na internet, destinados ao suporte de atividades mediadas pelas tecnologias de informação e comunicação (TICs). Permitem integrar múltiplas mídias e recursos, apresentar informações de maneira organizada, promover interações entre pessoas e objetos de aprendizagem, elaborar e socializar produções tendo em vista atingir metas pré-estabelecidas. As atividades se desenvolvem no tempo, ritmo de trabalho e espaço em que cada participante se localiza, de acordo com uma intencionalidade explícita e um planejamento prévio das atividades a realizar, sendo revisto e reelaborado continuamente no andamento da mesma. Dentre os ambientes virtuais de aprendizagem disponíveis, destacam-se o *Moodle* (a ser utilizado na pesquisa) e o *Teleduc*, ambos *softwares* livres.

Os AVAs são largamente utilizados em cursos de formação em diferentes níveis e para diferentes modalidades de ensino. As pesquisas têm mostrado a eficiência desses ambientes integrados às TICs, na promoção da interatividade, da autonomia e da aprendizagem colaborativa por parte dos alunos não somente em cursos à distância, mas também em cursos presenciais (DE BASTOS; ALBERTI; MAZZARDO, 2005; FRANCO; CORDEIRO; CASTILHO, 2003; COSTA; FRANCO, 2005).

O intuito é investigar as possibilidades de integração entre os leitores de tela com os diferentes ambientes virtuais de aprendizagem na promoção da inclusão social de deficientes visuais em cursos presenciais de Física.

Considerações finais

O presente trabalho é parte integrante de um projeto de doutorado em sua fase inicial e portanto exploratória, cuja proposta é investigar as potencialidades e limitações de softwares comumente usados pelos deficientes visuais para o acesso ao computador (DOSVOX, JAWS e VIRTUAL VISION), e avaliar suas possibilidades de integração com as modalidades de ensino utilizadas em sala de aula, desde expositivas, demonstrativas, práticas e ambientes virtuais de ensino de Física, sugerindo estratégias alternativas para a inclusão desses alunos ao mundo da Física.

Referências

CAMARGO, E. P. Ensino de Física e deficiência visual: dez anos de investigações no Brasil. São Paulo: Plêiade/FAPESP, 2008a, 205p.

_____. A comunicação como barreira à inclusão de alunos com deficiência visual em aulas de óptica. *Revista brasileira de ensino de Física*, v. 30, n. 3, p. 3401/1-3401/13, 2008b.

JANES, M. G.; MINOGUE, J.; OPPEWAL, T.; COOK, M. P.; BROADWELL, B. Visualizing without vision at the microscale: Students with visual impairments explore cells with touch. *Journal of science education and technology*, v. 15, n. 5, p. 345-351, 2006.

PARRY, M.; BRAZIER, M.; FISCHBACH, E. Teaching college Physics to a blind student. *The physics teacher*, v. 35, n. 8, p. 470-474, 1997.

ROTH, P.; KAMEL, H.; PETRUCCI, L.; THIERRY, P. A comparison of three nonvisual methods for presenting scientific graphs. *Journal of visual impairment and blindness*, v. 96, p. 420-428, junho, 2002.

TATO, A. L.; BARBOSA LIMA, M. C. Material de equacionamento tátil para portadores de deficiência visual. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6., 2007, Florianópolis. *Anais do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte: FAE/UFMG, 2008. Disponível em CD-Rom.

VYGOTSKY, L. S. El niño ciego. In: _____. *Obras escogidas V – Fundamentos de defectología*. Tradutor Julio Guillermo Blank. Madri: Visor, 1997, p. 99-113.

WINDELBORN, A. F. Doing physics blind. *The physics teacher*, v. 37, n. 6, p. 366-367, 1999.