

Representação de diagramas do livro didático de física: Uma Proposta para a Melhoria da Autonomia de Estudantes com Deficiência Visual¹

Representing diagrams from physics textbooks: A proposal for improving the autonomy of blind students

Alexandre de Oliveira Martins

Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática – PUC Minas
alexandreoliveiramartins@gmail.com

Adriana Gomes Dickman

Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática – PUC Minas
adrianadickman@gmail.com

Amauri Carlos Ferreira

Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática – PUC Minas
mitolog@pucminas.br

Resumo

Neste trabalho é relatada a elaboração e teste de um glossário consistindo de um conjunto de objetos e seus respectivos símbolos, baseados em um modelo para a representação de figuras em Braille. Os símbolos do glossário, projetados para representar objetos frequentemente usados em mecânica tais como vetores, cordas, roldanas, blocos e superfícies, podem ser usados para adaptar diagramas de situações de física para estudantes cegos contidos nos livros didáticos do Ensino médio. Os símbolos foram apresentados para quatro pessoas cegas, juntamente com os objetos que eles representam, e situações problema ilustrando o seu uso. Acredita-se que um treinamento adequado ajudará os alunos cegos a se familiarizarem com os símbolos, e serem capazes de identificá-los em um problema sem a necessidade de uma descrição.

Palavras chave: ensino de física, estudantes cegos, livros didáticos, representação de figuras, autonomia.

Abstract

In this work we report on the elaboration of a glossary consisting of a set of objects and their symbols, based on a model for representing figures in Braille. The symbols in the glossary, designed to represent objects frequently used in mechanics diagrams such as vectors, ropes, pulleys, blocks and surfaces, can be used to adapt figures of physics situations present at textbooks for blind high school students. The educational product was tested, the symbols

¹ Trabalho financiado pela FAPEMIG, CNPq e FIP-PUC Minas.

were introduced to four blind people, together with the objects they represent and situations illustrating their use. We believe that adequate training will help blind students to become familiar with the symbols, and be able to identify them in a problem without the need of a description.

Keywords: physics education, blind students, textbooks, figure representation, autonomy.

Introdução

O Ensino de Física é, há algum tempo, uma área de grande preocupação por parte dos educadores, uma vez que, diversos estudos mostram uma real dificuldade, não apenas de ensinar, como também de aprender Física. Isto, considerando os estudantes sem nenhuma limitação no acesso à informação. No entanto, tratando-se do assunto na perspectiva dos estudantes com deficiência visual (DV), a situação é ainda mais complicada. O sistema de inclusão destes alunos praticado nas escolas se demonstra ineficiente, visto o despreparo e o tempo reduzido dos professores para lidar com tal situação e a falta de material que, para os estudantes DV, deveria ser específico ou adaptado.

Assim sendo, uma possível estratégia dos estudantes DV para contornar os obstáculos na escola seria a realização de estudos autônomos por meio dos livros didáticos. No entanto, os livros didáticos são adaptados utilizando a linguagem Braille, mas grande parte das figuras é suprimida e substituída por descrições ou orientações para que o aluno peça ajuda ao professor na versão adaptada. (BRASIL, 2006) Desta forma, a autonomia dos estudantes DV também fica comprometida.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (2000) destacam a importância do livro didático, embora orientem o professor a utilizar outras fontes de informações e recursos didáticos. No entanto, a carência de recursos disponíveis nas escolas leva os professores a utilizar o livro didático, e suas figuras, como uma tentativa de compensar esta falta. Silva e Martins (2010) confirmam a ideia ao mencionarem que na realidade brasileira essa necessidade é ainda maior, dada a falta de recursos a serem utilizados pelos professores em sala de aula (SILVA; MARTINS, 2010). Com isso, o livro didático passa a ser a principal referência, quando não a única, de informações na sala de aula.

Sem o recurso das figuras, o livro didático adaptado para os estudantes DV se torna uma ferramenta pouco útil no que se refere à autonomia do educando, a qual é fundamental para o seu desenvolvimento. Ter autonomia significa ter liberdade e capacidade para pensar e agir por si próprio e é um processo que se desenvolve por meio da educação desde o nascimento do indivíduo, ou seja, é algo que se conquista. Para as pessoas com algum tipo de deficiência, como no caso dos cegos, o desenvolvimento da autonomia pode ser mais complicado. Sassaki (2010) explica que ter “[...] maior ou menor autonomia significa que a pessoa com deficiência tem maior ou menor controle nos vários ambientes físicos e sociais que ela queira e/ou necessite para atingir seus objetivos.” (SASSAKI, 2010, p. 35). Para que isso seja possível é necessário modificar o espaço no qual está inserida a pessoa com deficiência. No geral, pode-se dizer que essas ações de alteração no espaço em torno das pessoas com deficiência não é suficiente, principalmente no que se refere ao espaço escolar, ou seja, mais uma vez, os estudantes com necessidades educativas especiais encontram-se desfavorecidos no processo de ensino-aprendizagem.

Nesta perspectiva, o objetivo do presente trabalho consistiu em elaborar e testar um glossário de símbolos em alto relevo relacionado ao conteúdo de um livro didático de Física do Ensino Médio. Os símbolos do glossário representam objetos comumente usados nos exercícios de Mecânica, ou mais especificamente, as Leis de Newton, tais como: cordas, roldanas, objetos móveis, plano inclinado, vetores. Os símbolos foram construídos de forma simples, por meio de pontos semelhantes aos utilizados na escrita do Braille, visando uma boa percepção tátil para os estudantes com deficiência visual.

Autonomia do Estudante Cego

Constance Kamii define a autonomia intelectual como “ser governado por si próprio. É o contrário de heteronomia, que significa ser governado por outrem”. (KAMII, 2003, p. 103). A autonomia está diretamente ligada com um dos principais objetivos da educação, ou seja, formar indivíduos para o exercício da cidadania, que, por sua vez, pressupõe autonomia e liberdade. Tal liberdade, segundo Paulo Freire, deveria ser conquistada e construída por meio de práticas educativas, cujo objetivo seria proporcionar contextos adequados à formação do sujeito autônomo, ou seja, “ensinar exige respeito à autonomia do ser do educando” (FREIRE, 2007, p. 59).

Por outro lado, a escola, que deveria prezar pela formação do ser autônomo, infelizmente acaba por reforçar a heteronomia dos educandos. (KAMII, 2003) Além disso, considerando-se o problema na perspectiva dos estudantes com necessidades especiais, o desafio da autonomia se torna ainda maior.

A autonomia é fundamental no processo de escolhas do indivíduo no mundo, para estudantes com necessidades educativas especiais é crucial. Uma vez que, a partir dela, no que se refere ao processo educativo, abre possibilidades para que o ensino e a aprendizagem possam ocorrer no espaço da individualidade em condições de igualdade com os demais estudantes em termos de oportunidades de estudos individuais. Por mais que este trabalho esteja vinculado epistemicamente numa perspectiva da representação de figuras do livro didático, considera-se que sua importância maior se processa na construção da autonomia, tendo em vista que os estudantes cegos têm dependido sistematicamente de uma outra pessoa que na maioria das vezes não consegue compreender suas dúvidas. A autonomia tira esta relação de dependência com o outro.

Pode-se dizer, ainda, que a autonomia discente está diretamente vinculada com a questão da autoridade docente, uma vez que este vínculo é responsável por sustentar as práticas escolares. De maneira geral, autoridade representa poder legítimo, ou seja, direito de domínio, mando ou poder sobre outrem. O outrem representa um indivíduo qualquer de posição inferior em uma organização com estrutura hierarquizada. Ou seja, pode-se dizer que o conceito de autoridade forma a base de qualquer organização hierarquizada.

No entanto, segundo Aquino (1999), a superioridade do professor em relação ao aluno, não pode ser considerada, sob hipótese alguma, uma qualidade substantiva (AQUINO, 1999). Isto quer dizer que, a superioridade do professor em relação ao aluno é justificada apenas por uma questão de mais experiência e maior nível de conhecimento específico de área. Nas palavras do autor, “professores e alunos distinguem-se basicamente pelo tempo de iniciação em determinado campo de conhecimento e, conseqüentemente, pelo grau de complexidade discursiva acerca deste campo.” (AQUINO, 1999, p. 138). A relação é, portanto, assimétrica, ou seja, um (o aluno) deseja o que o outro (o professor) possui, no caso o conhecimento. (AQUINO, 1999; TAILLE, 1999). Para Taille (1999), essa relação de assimetria entre professor e aluno, com o tempo vai dando lugar a uma relação entre iguais e que “o grande

objetivo de cada professor deve ser o de deixar de sê-lo em relação aos seus alunos.” (TAILLE, 1999, p. 13). Com isso, a condição de heteronomia do estudante dá lugar à autonomia e liberdade. Colocando de outra forma, o professor, através do exercício legítimo da autoridade (e seus conhecimentos específicos de área e sua prática pedagógica) contribui, com o tempo, para uma condição de autonomia e liberdade para seus alunos.

Embora pareça claro que o exercício legítimo e correto da autonomia docente leva ao fomento da autonomia discente, considerando-se os estudantes com deficiência visual, tal discussão estende-se de forma apreciável. Como já foi colocado, um dos motivos que permite a condição de autoridade do professor é o seu nível superior de conhecimento de área em relação aos seus alunos. Não obstante, além do saber específico de área, o conhecimento do professor deve se estender a um nível pedagógico, ou seja, o professor deve conhecer sobre os fundamentos e práticas da educação e saber como lidar com seus alunos. Isto significa que, um professor que se propõe a lecionar para estudantes com deficiência, deve possuir, além de todo o conhecimento pedagógico e de área, conhecimentos acerca da educação especial, o que lhe permite conhecer esse novo público alvo e adaptar o seu discurso para estes estudantes.

Na perspectiva de que a maioria das figuras dos livros didáticos são suprimidas ao serem traduzidos para o braille, para que os estudantes DV possam conquistar sua autonomia e independência, ou que, pelo menos venham a ter as mesmas condições dos estudantes videntes, é necessário, entre várias outras coisas, melhorar suas condições de inclusão, principalmente no que se refere à disponibilização de livros e materiais didáticos especializados e adaptados. Contudo, a adaptação deste tipo de material é um desafio, sendo, portanto, objeto de estudo do presente trabalho.

Metodologia

Esta proposta consistiu em elaborar e testar um glossário de símbolos em alto relevo relacionado ao conteúdo de um livro didático de Física do Ensino Médio. Os símbolos do glossário representam objetos comumente usados nos exercícios de Mecânica, ou mais especificamente, as Leis de Newton, tais como: cordas, roldanas, objetos móveis, plano inclinado, vetores, etc. Os símbolos foram construídos de forma simples, por meio de pontos semelhantes aos utilizados na escrita do Braille, visando uma boa percepção tátil para os estudantes com deficiência visual. As etapas do desenvolvimento do produto consistem em: escolha do livro didático; escolha do tema; elaboração dos símbolos em alto relevo; elaboração de situações problemas utilizando os símbolos, impressão do material, teste do produto e análise dos resultados.

Como livro didático da proposta, optou-se por utilizar a coleção *Curso de Física*, dos autores Beatriz Alvarenga e Antônio Máximo, aprovado em todas as edições do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD). O tema selecionado foi Mecânica, mais especificamente, *Primeira e Terceira Leis de Newton*, contido no Capítulo 4 da 5ª Edição do *Curso de Física* (ALVARENGA; MÁXIMO, 2000).

A partir de um estudo exploratório e da elaboração de duas versões prévias do glossário de símbolos foi possível identificar as dificuldades relacionadas e elaborar a versão final, observando os seguintes pontos fundamentais: O software utilizado para a elaboração do material deve ser simples e, de preferência, gratuito; os símbolos devem ser bem definidos, para facilitar a padronização e a aprendizagem por parte dos estudantes; a proposta deve ser viável para as instituições, ou seja, a produção dos materiais deve ser prática e de baixo custo; a proposta deve ser funcional, ou seja, o material deve ser testado e aprovado pelos próprios estudantes DV.

Assim, para a elaboração dos símbolos optou-se por utilizar um *software* denominado *QuickTac*TM. O *software*, oferecido pela empresa norte-americana *Duxbury Systems*, é gratuito e especializado para impressões em Braille utilizando as impressoras do tipo *embosser*.

Os elementos utilizados como referência foram: roldana fixa, roldana móvel, superfícies imóveis (piso, parede, teto, plano inclinado etc.), objetos móveis, fios/cordas e vetores. Todos os objetos fixos são representados por símbolos cheios, enquanto que os objetos móveis são representados por símbolos vazados, como na roldada da figura 1(a).

Os fios/cordas são representados simplesmente por linhas de um ponto de espessura nas direções horizontal, vertical ou diagonal. Os vetores são representados por três pontos, indicando o sentido do vetor, como mostrado na figura 1(b). O módulo e o sentido exato dos vetores devem ser fornecidos pelo enunciado do problema.

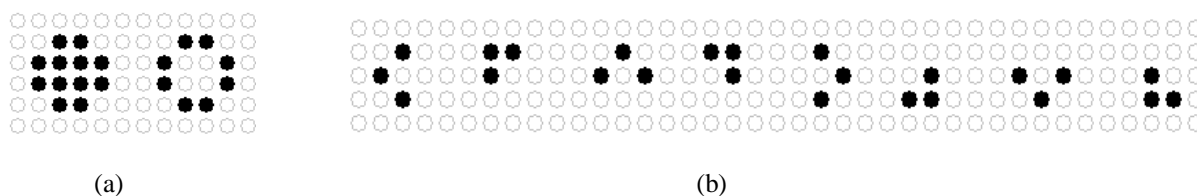


Figura 1: (a) Roldana fixa (esquerda) e roldana móvel (direita). (b) Vetores nos sentidos (da esquerda para a direita): O, NO, N, NE, E, SE, S, e SO. Fonte: Elaborado pelo autor.

A figura 2 mostra um exemplo de uma situação problema representada pelos símbolos propostos. É importante ressaltar que os objetos devem ser posicionados com pelo menos um ponto de espaço entre eles para que os estudantes possam reconhecer, por meio do tato, cada elemento separadamente.

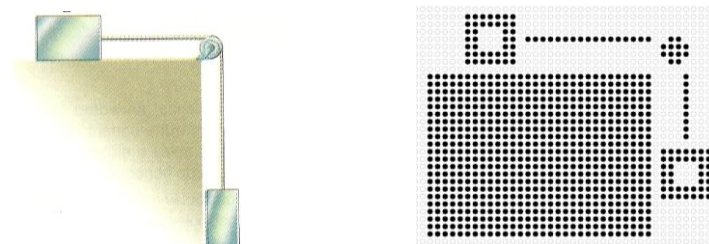


Figura 2: Exemplos de ilustrações representadas por meio de símbolos à direita. Fonte: ALVARENGA e MÁXIMO, 2002, p. 142-145 e elaborado pelo autor.

Com o objetivo de verificar a viabilidade do produto foi realizado um teste do material. O teste consiste de entrevistas, durante as quais é apresentado o produto educacional a estudantes com deficiência visual. Dessa maneira, foi elaborado um roteiro com o intuito de avaliar a interação do estudante com os símbolos e as situações representadas.

A entrevista consistiu inicialmente em um questionário contendo oito questões, tabela 1, cujo objetivo é conhecer a história do estudante DV. As três primeiras perguntas têm como objetivo identificar o entrevistado e conhecer detalhes de sua deficiência visual. O objetivo de E4 é verificar se a pessoa já possui conhecimento de Mecânica, geralmente estudada no primeiro ano do Ensino Médio. A questão E5 é justificada pelo fato de os símbolos criados em alto relevo serem similares aos símbolos do Braille. Com a questão E6 pretende-se sondar se os entrevistados apresentam dificuldades na escola e quais são elas. As questões E7 e E8 mostram o grau de autonomia para estudar do entrevistado, ponto diretamente ligado ao

trabalho. Além disso, releva a existência ou não de um material didático de Física adaptado para estudantes DV, bem como a qualidade deste material.

- E1)** Nome.
- E2)** Data de nascimento (idade).
- E3)** Você já nasceu cego? Qual é o grau da sua deficiência visual?
- E4)** Qual sua escolaridade? Ainda está estudando?
- E5)** Você sabe Braille?
- E6)** Fale um pouco sobre sua experiência na escola. Quais eram suas maiores dificuldades? E em Física?
- E7)** Você utiliza material didático em Física? Como você estuda? Consegue estudar sozinho?
- E8)** O material didático que você utiliza (utilizava) continha figuras? Discuta.

Tabela 1: Roteiro para entrevista. Fonte: Elaborado pelo autor.

Para a primeira etapa do teste, foram impressos os símbolos do glossário em alto relevo a serem apresentados para os entrevistados em conjunto com a explicação de cada um. Os símbolos foram impressos em folha separada e mostrados após a explicação para que o entrevistado pudesse fazer a relação entre o objeto real e o símbolo impresso. Os objetos foram apresentados, sempre que possível, por meio de experimentos simples com o auxílio de materiais de laboratório. As superfícies imóveis foram definidas como sendo superfícies que não se movem e podem ser utilizadas para apoiar um objeto sobre elas ou pendurar um objeto utilizando uma corda, ou até mesmo fazer com que um objeto deslize sobre ela. O plano inclinado foi comparado a uma rampa. Um triângulo cheio representa o plano inclinado, enquanto um retângulo cheio representa as demais superfícies, tais como teto, piso, parede e a superfície de uma mesa.

Os objetos móveis foram definidos como sendo objetos quaisquer que possuem massa e podem se mover livremente ao ser aplicada uma força sobre eles. Estes objetos podem estar apoiados sobre uma superfície, plano inclinado ou ligados por meio de uma corda.

Julga-se que o significado de uma roldana seja melhor compreendido com um exemplo prático. Sendo assim, utiliza-se uma roldana fixa, presa a uma mesa e uma linha amarrada a um bloco de madeira, que passa pela roldana. Com isso, solicita-se que o entrevistado faça uma força horizontal que sustenta o peso do bloco na vertical. Com base no experimento, é explicada a utilidade da roldana fixa de apenas modificar a direção e o sentido da força aplicada.

Para a segunda etapa do teste foi elaborado e impresso um exemplo de situação problema, mostrado na figura 2. No exemplo, um bloco está apoiado sobre a superfície de uma mesa. Outro bloco, suspenso verticalmente, está ligado ao primeiro através de uma corda que passa por uma roldana fixa. A figura impressa foi entregue aos entrevistados sem nenhuma descrição oral da situação, com o objetivo de verificar se este é capaz de identificar os objetos na figura e entender a situação do problema.

Na terceira etapa do teste foi feita uma pergunta simples “O que você acha que aconteceria se eu cortasse a corda neste ponto?” O ponto pode ser qualquer um que possibilite a queda do bloco suspenso. O objetivo da pergunta é identificar se o entrevistado conseguiu, de fato, “visualizar” a situação problema, ou seja, se a situação fez realmente sentido. Isto, pois, apenas identificar os objetos individualmente na figura não é suficiente para a compreensão do problema como um todo.

Análise dos resultados

A entrevista e teste foram realizados com a participação de três alunos e um funcionário do Instituto São Rafael² de Belo Horizonte, identificados pelas letras **(A)**, **(B)**, **(C)** e **(D)**. A entrevista e o teste tiveram duração de aproximadamente 20 minutos.

De acordo com os dados, observa-se uma defasagem em relação ao padrão da idade escolar dos participantes. A idade dos entrevistados varia de 19 a 43 anos. Com exceção de **(C)** que já concluiu o Ensino Médio, todos os outros participantes encontram-se acentuadamente fora da faixa de idade para o ensino secundário. Com isso, confirma-se a questão das dificuldades enfrentadas pelos estudantes com deficiência visual para concluírem seus estudos em um sistema que não é voltado para eles.

Todos os participantes, com exceção de **(B)** que possui baixa visão, são cegos. Além disso, com exceção de **(C)**, que ficou cego aos oito anos de idade, todos os outros são cegos desde o nascimento. Ou seja, apenas **(C)** possui alguma memória visual, embora tenha vivido a maior parte de sua vida com a dita deficiência. Todos os participantes sabem o Braille, o que contribui positivamente para o resultado do teste, visto que estão acostumados a identificar os pontos do sistema em questão.

De maneira geral, os entrevistados mencionaram a dificuldade para estudar sozinhos, ou seja, a discussão principal do trabalho, a questão da autonomia e independência dos estudantes com deficiência visual. Em seguida, ao serem perguntados sobre as maiores dificuldades em Física, apenas **(D)** respondeu que não possui maiores dificuldades em Física, apenas um pouco devido ao número excessivo de alunos em sala de aula e a falta de interesse e compreensão por parte dos colegas. Suas maiores dificuldades são em Química e Matemática. O restante afirma apresentar maiores dificuldades com desenhos e figuras. Esse resultado mostra que, de fato, o ensino de Física continua tendo como padrão os referenciais visuais e falha na missão de adaptar o processo para os estudantes DV.

Todos os entrevistados, com exceção de **(C)** que afirma não ter possuído material didático, afirmam que apesar de serem disponibilizados materiais didáticos, não conseguem estudar sozinhos. O entrevistado **(C)** menciona que também não conseguia estudar sozinho e que buscava ajuda com colegas. **(D)** menciona que não consegue estudar sozinho, pois necessita de alguém para descrever a figura para ele. Todos os entrevistados mencionam, exceto **(C)**, que o material didático disponível para física contém figuras. Neste ponto, julga-se que a entrevista falha em não perguntar de que tipo eram as figuras contidas no material, ou seja, se as figuras eram visuais ou adaptadas em alto relevo.

De maneira geral, com exceção de **(C)**, os participantes se mostraram um pouco confusos durante a apresentação dos elementos e seus respectivos símbolos. Contudo, convém ressaltar que **(C)** é profissional braillista e é responsável por fazer adaptações de figuras para DV. Sendo assim, admite-se que o fato do participante já estar familiarizado com o processo de adaptação de figuras influencia no resultado do teste.

Sem fornecer a descrição oral das figuras, apenas **(C)** conseguiu identificar todos os elementos e descrever as situações de maneira adequada e, também foi capaz de responder a

² O Instituto São Rafael é um estabelecimento público estadual de ensino especial, cuja missão é educar, habilitar e reabilitar pessoas com deficiência visual associada ou não a outras limitações, oferecendo atendimento educacional especializado aos alunos da Educação básica matriculados na escola, e às 20 Superintendências Regionais de Ensino vinculadas à SEE/MG.

pergunta do corte da corda corretamente, mostrando que compreendeu a situação mostrada. Com a descrição do problema, todos foram capazes de identificar os elementos da figura e responder a pergunta do corte na corda, com exceção de (A) que demonstrou insegurança ao responder à pergunta. No entanto, assume-se que, uma vez familiarizado com os símbolos, os estudantes sejam capazes de identificar os elementos e visualizar uma situação sem a ajuda de uma descrição.

Um ponto importante observado é referente à semelhança dos símbolos com o objeto real. Em alguns pontos do teste, observou-se que os participantes tentavam associar o símbolo do elemento com o seu formato real. Ao tatear a superfície imóvel, o participante (B) pergunta “*isso é uma mesa? Ela poderia ter as perninhas, assim.*” e durante a apresentação do símbolo da roldana ele indaga “*isso não parece uma roldana*”. É importante lembrar que (B) possui baixa visão, fato que pode explicar este tipo de comportamento.

Considerações finais

Atualmente não existe nenhum tipo de padronização de símbolos no Ensino de Física para DV, com o objetivo de facilitar o processo, a exemplo do Código de Matemática Unificado (CMU). Sendo assim, uma vez que a ideia do trabalho se demonstrou plausível, testes futuros poderiam se estender para outros conteúdos da Física e o conjunto poderia ser utilizado para a adaptação de figuras em alto relevo, tanto para livros didáticos quanto para avaliações de Física. Nesta perspectiva, em acordo com Sasaki (2010), é válido considerar que o produto do trabalho, ou seja, um método para a adaptação das figuras de livros didáticos em alto relevo, representa um pequeno passo no sentido de contribuir em favor da melhoria da autonomia dos estudantes DV.

Referências

- ALVARENGA, Beatriz; MÁXIMO, Antônio. Curso de Física. vol. 2. 5. Ed. São Paulo: Scipione. 2002.
- AQUINO, Júlio. Autoridade Docente, Autonomia Discente: Uma Equação Possível e Necessária. In: AQUINO, Júlio (org.). Autoridade e Autonomia na Escola: Alternativas Teóricas e Práticas. 2. Ed. São Paulo: Summus. 1999. Cap. 8, p. 131-153.
- BRASIL. Ministério da Educação. Normas Técnicas para a Produção de Textos em Braille. 2006.
- BRASIL. Ministério da Educação. Parâmetros Curriculares Nacionais. 2000.
- FREIRE, Paulo. Pedagogia da Autonomia. 35. Ed. São Paulo: Paz e Terra. 2007.
- KAMII, Constance. A Criança e o Número. 31. Ed. Campinas: Papyrus. 2003.
- SASSAKI, Romeu. Inclusão: Construindo uma Sociedade para Todos. 8. Ed. Rio de Janeiro: WVA. 2010.
- SILVA, Cláudia; MARTINS, Maria. Analogias e Metáforas nos Livros Didáticos de Física. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, vol. 27, n. 2, p. 255-287, agosto 2010.
- TAILLE, Yves. Autoridade na Escola. In: AQUINO, Júlio (org.). Autoridade e Autonomia na Escola: Alternativas Teóricas e Práticas. 2. Ed. São Paulo: Summus. 1999. Cap. 1, p. 9-29.