

**IMAGENS NA DISCIPLINA ESCOLAR FÍSICA: POSSIBILIDADES DE LEITURA
(Images in teaching physics: possibilities of reading)**

Sheila Cristina R. Rego [scrrego@gmail.com]

Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ)

Av. Maracanã, 229 – Maracanã, Rio de Janeiro, RJ

Guaracira Gouvêa [guaracirag@uol.com.br]

Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO)

Av. Pasteur, 458 - Urca, Rio de Janeiro, RJ

Resumo

Neste trabalho nosso interesse foi problematizar a leitura de imagens impressas em sua relação com o texto escrito, na apresentação do conhecimento em Física, por estudantes do ensino universitário. Para isso, analisamos as leituras realizadas por estudantes quando colocados diante da possibilidade de estabelecerem relações entre texto e imagens que circulam em materiais de ensino de Física. Abordamos aspectos associados ao que entendemos por imagem, a algumas especificidades da linguagem científica, tanto a verbal como a imagética, e ao uso da imagem no ensino de ciências. Nossa análise indicou que um trabalho que envolva a relação texto verbal – imagem pode indicar como os estudantes lidam com a representação das realidades concreta e pensada, como eles transitam entre as duas formas de linguagem (científica e cotidiana), quais as suas preferências ao lidar com elementos científicos, a presença ou não de necessidades em ancorar a linguagem científica na linguagem cotidiana, entre outros aspectos.

Palavras-chave: imagem; Física; iconicidade; realidade; relação texto-imagem.

Abstract

In this paper the reading of printed images on its relationship with the text produced by the university students presentations on physics is addressed. For this, we analyze the readings made by students when establishing relationships between text and images that are common in materials of physic teaching. This paper understanding of images, some specificities of scientific language, both verbal and imagery, and the use of the image in science education are addressed. Our analysis indicated that an on going relationship involving verbal text and image may show how students deal with the representation of concrete realities and concepts, how they move between both forms of language (scientific and everyday language), what are their preferences when dealing with scientific evidence and the presence or absence of anchoring scientific language in everyday language.

Keywords: image; physics; iconicity; reality; relationship text-image.

Introdução

Estudos realizados na área de Educação em Ciências, tendo como objeto de estudo a imagem no ensino de Física (Rego, 2011; Rego & Gouvêa, 2010; Gouvêa & Oliveira, 2010; Izquierdo, Marquez & Gouvêa, 2008, 2006; Perales Palacios, 2006; Otero & Greca, 2004; Perales Palacios & Jiménez Valladares, 2002; Martins, 2001; 1997; Jiménez Valladares & Perales Palacios, 2001; Peduzzi, 1999; Lemke, 1998; Kress & Van Leeuwen, 1996; Medeiros & Medeiros, 2001; Silva, 2006; Silva, 2013), têm apontado, dentre outros aspectos, que a imagem vem ocupando espaço muito maior em materiais educativos, por exemplo em livros didáticos, indicando a influência do contexto sócio-histórico em que esses materiais são concebidos, impressos e utilizados em práticas educativas em diferentes níveis de ensino, e do avanço das tecnologias de produção. Além disso, alguns desses estudos destacam a demanda por uma alfabetização visual e,

nesse sentido, argumentam a necessidade de se ensinar a ler imagens nas diferentes formas de se entender a representação dos conceitos e fenômenos científicos.

Os textos que circulam no contexto dos discursos sobre a ciência, ou seja, na produção do conhecimento, constituindo-se no discurso da ciência, ou no discurso da divulgação da ciência ou no ensino de ciência, atualmente, são considerados híbridos semióticos (Lemke, 1998), isto é, quando textos impressos, utilizam linguagem verbal escrita e elementos pictóricos e gráficos no mesmo espaço de página.

No caso da ilustração no texto científico, exemplos do papel fundamental das representações visuais para as ciências são inúmeros. Órgãos têm freqüentemente sua estrutura interna exposta. Aparatos tecnológicos têm seus mecanismos detalhadamente ilustrados. Gráficos explicitam relações entre grandezas. Alguns conceitos, como, por exemplo, nicho ecológico, têm sua origem em metáforas visuais [...] Pode-se dizer que a ciência é inerentemente visual [...] Mas não é somente na comunicação de idéias que as representações são importantes. Em alguns casos a conceitualização de certos conceitos, como campo magnético, depende de sua visualização. (Martins, 1997, p. 294)

Assim, tanto nos manuais técnicos, nos livros de divulgação, nas revistas científicas ou de divulgação, nos jornais, nos livros didáticos e páginas da WEB, textos sobre conhecimentos científicos recorrem às imagens com diferentes fins em suas relações com o texto verbal escrito.

Neste trabalho, nosso interesse é problematizar a leitura de imagens impressas em sua relação com o texto escrito, na apresentação do conhecimento em Física, por estudantes do ensino universitário. Para isso, analisamos as leituras realizadas por estudantes quando colocados diante da possibilidade de estabelecerem relações entre texto e imagens que circulam em materiais de ensino de Física. Para que possamos dar conta de nosso problema, faz-se necessário abordarmos aspectos associados ao que entendemos por imagem, a algumas especificidade da linguagem científica, tanto a verbal como a imagética, e a algumas características do uso da imagem no ensino de ciências.

Imagem

O termo “imagem” possui diferentes sentidos. Em nossos dias, ele nos leva a pensar, praticamente, nas imagens das artes plásticas (como as das pinturas, dos desenhos, das gravuras) ou nas imagens veiculadas pelos meios de comunicação de massa (como as da televisão, das fotografias, dos filmes), ou, ainda, as que aparecem na tela do computador. No entanto, a palavra imagem também pode ter o sentido de imagem mental. Por exemplo, ao escutarmos narrativas sobre qualquer evento, imagens vão se formando em nossas mentes, a partir do repertório das imagens elaboradas por nós ao longo de nossa história social e cultural. Usamos também este termo para tratar de representações que construímos acerca de uma concepção de mundo, de cultura, religião etc. Esta imagem não está desenhada em algum lugar; situa-se no imaginário das pessoas de uma época, de uma dada cultura, de uma dada religião influenciando ainda o modo como elas veem a si mesmas e também o meio em que vivem.

Nossa investigação considera a imagem como representação de uma coisa, assim em sua materialidade, e, por ser representação, em sua convencionalidade. No sentido de refletirmos um pouco mais sobre a representação em sua convencionalidade, que nos ajudará a dar conta de nosso problema, remetemo-nos a Gouvêa & Oliveira (2010) que, a partir de Aumont (1993), abordam a imagem analógica, com alto grau de semelhança com seu referente, como preponderante ainda na contemporaneidade, mas que se faz necessário relativizar essa concepção “absolutista” da analogia, sem, no entanto, renunciar a ela. Ainda para essas autoras, alguns teóricos destacam o fato de que a analogia está sempre presente na representação das imagens de qualquer natureza, caracterizando o

grau de semelhança da imagem. Por um lado, percebê-la como mimética traz para o debate o caráter de imitação do mundo (do real) como uma necessidade de ilusão (Aumont, 1993), que com a fotografia, essencialmente objetiva, tem-se a percepção de uma credibilidade completa. Por outro lado, quando se discute a questão da referência, a analogia passa para segundo plano, pois é considerada acidental diante de um processo maior que é o de simbolização do real.¹

Para Barthes (1990) toda imagem possui duas mensagens, a denotada e a conotada e, se vier acompanhada por um texto verbal, ainda terá a mensagem linguística que também funciona como método de conotação da imagem: ela pode enfatizar sentidos de conotação já presentes na imagem, produzir novos sentidos ou contradizer a imagem.

A leitura de imagens é polissêmica, pode adquirir sentidos diferentes para leitores diferentes, ou para um mesmo leitor em momentos distintos, devido às suas experiências anteriores no contato, na percepção do mundo. Da mesma forma que a leitura do texto escrito, ler imagens não se restringe a simples descrição de signos, fazendo-se necessário um aprendizado para sua leitura. Nessa perspectiva, o visual é considerado não como subordinado ou menos importante, mas como um modo semiótico que interage e coopera com o linguístico (Kress & Van Leeuwen, 1996) e possibilita formas de apropriação.

Estamos reconhecendo a leitura como atribuição de sentidos, e, diante de um exemplar de linguagem de qualquer natureza tem-se a possibilidade de leitura (Orlandi, 1988), pois no nosso mundo contemporâneo somos constantemente provocados a ler textos que se utilizam da linguagem verbal escrita e/ou oral, e de elementos pictóricos e gráficos no mesmo espaço de página ou nas diferentes telas.

Nas imagens que acompanham o texto escrito, podemos considerar a ilustração como uma forma de comunicação estética e que, durante uma leitura, permite pausa para reflexões. A ilustração como representação de uma ideia pode ser fiel ao texto ou o texto pode esclarecê-la; pode ir além do texto ou simplesmente ornamentar o texto.

No caso particular do nosso trabalho, vamos nos deter na prática social de ler imagens. Nesse sentido, as condições sociais de produção de leitura estão vinculadas ao modo de ler na escola e às histórias de leituras dos estudantes leitores.

Linguagem científica verbal e imagética

Ao problematizarmos formas de produção de sentidos por meio de processos cognitivos na construção de conhecimento científico através da leitura de textos científicos, retomamos que estes são constituídos de diferentes linguagens – híbrido semiótico – (verbal escrita, oral, imagética, sonora e gestual). Como estamos considerando apenas textos impressos, interessa-nos abordar a linguagem científica verbal escrita e a linguagem científica imagética.

¹ Além dessa possibilidade epistemológica de se compreender o conceito de representação, há outras, por exemplo, o da fenomenologia que ao estabelecer a relação dos sujeitos com o real, no seu embate, tanto com o pensamento de Descartes como o pensamento positivista, nega a forma de representação clássica. Desta forma, o real é constituído por meio da experiência e não há representação, o real é construído pela intencionalidade do sujeito. Essa forma de produção de conhecimento não irá utilizar, por exemplo, o conceito de iconicidade (Husserl, 1980). Bachelard (1996), considerado um fenomenologista crítico, vai problematizar o conceito de imagem como figuração e dar destaque à imaginação material, resultado do fazer humano sobre a materialidade das coisas, daí sua expressão “real construído”. Os embates filosóficos na elaboração de conceitos como real, realidade, imagem, imaginação, imaginário, entre muitos outros, não são possíveis de serem tratados com profundidade no escopo desse trabalho, assim, levantamos algumas questões e destacamos que nesse trabalho a imagem está sendo considerada como representação, posição epistemológica adotada pelas autoras.

Para compreendermos os sentidos produzidos por leitores de textos referentes à ciência, é importante considerar que estes materializam a produção do conhecimento científico que são representações e, como tal, são constitutivas da cultura científica, entendida como “os modos de vida e de pensamento” (Cuche, 2002, p. 11) da comunidade científica. Na perspectiva da linguagem, isto significa que essa comunidade elabora padrões de comunicações materializados em textos verbais e textos imagéticos gravados em diferentes suportes, que são constituídos de diferentes signos inteligíveis e compreensíveis somente pelos membros da mesma, o que não favorece o diálogo com outras esferas da comunicação humana. (Coracini, 1991; Maingueneau, 1993; Gomes, 1995).

Em um primeiro momento, para discutirmos a leitura de imagens precisamos refletir sobre a linguagem verbal científica. Para isso nos apoiaremos em autores como Halliday e Martin (1993) e Battinelli (1999) que destacam que, na linguagem comum verbal predominam narrativas que relatam sequências lineares de eventos, compreensíveis à maioria das pessoas, enquanto a linguagem científica congela os processos, transformando-os em grupos nominais que são então ligados por verbos que exprimem relações entre esses processos, acarretando densidade léxica e especificidade sintática à linguagem científica, dificultando a sua compreensão. Esse processo não é favorável ao entendimento do conteúdo dos textos científicos por pessoas não familiarizadas com essa linguagem, surgindo daí a necessidade da produção de outro texto para que o discurso da ciência passe a ser inteligível e compreensível por membros não pertencentes à comunidade científica. No ensino de ciências, isso vem sendo discutido por Mortimer & Machado (1997).

Abordar as imagens como produto da cultura científica nos coloca diante de problema similar ao da linguagem verbal científica. Isto significa que somente os membros dessa comunidade compreendem as imagens, mesmo quando essas representam aspectos do cotidiano.

Para problematizarmos a leitura de textos científicos com imagens, devemos considerar que estas desempenham um papel fundamental na produção de conhecimento por meio de construções de dados (fotografias e filmes, por exemplo). Além disso, há conceitos expressos somente por imagens e nas formas de apresentação de ideias produzidas. Estamos afirmando que ao longo da história da ciência, particularmente das denominadas ciências da natureza, a comunidade científica estabelece formas de representar os seus objetos de estudo e suas ideias também através da linguagem imagética, de modo a dificultar a compreensão dessa linguagem a membros externos da comunidade científica.

Ao elaborar seus modelos da realidade e representá-los por meio de imagens, a ciência necessita desbastar o cotidiano, diminuindo o grau de analogia das imagens, até torná-las abstratas, isto significa que estas imagens podem representar diferentes realidades. Desbastar a realidade significa controlar as variáveis que estão envolvidas no fenômeno e assim tornar o modelo algo geral que possa ser retomado em diversas situações. Para nós, isso é similar ao processo de nominalização na linguagem verbal; assim, as imagens/modelos tornam-se não datadas do ponto de vista social, perdem seu vínculo com a realidade concreta e são lidas por um grupo restrito, pertencente à comunidade científica. Por isso argumentamos da necessidade de se alfabetizar na linguagem da ciência, tanto na verbal como na imagética.

Imagem no ensino de ciências

No início de nossa vida cotidiana, conhecemos o mundo ao nosso redor e nós mesmos no mundo através, prioritariamente, dos sentidos. À medida que entramos em contato com elementos do mundo cultural, vão elaborando-se formas de aprendizado ancoradas também no pensamento. Ao tentar identificar estímulos (sons, imagens visuais, odores, sabores, toques etc) e pensamentos

passamos a representá-los através de nomes e/ou imagens que conhecemos. Sendo a imagem um modo de representação do real, surgem algumas questões: O que é o real? O que percebemos é a realidade? Existe uma realidade diferente para cada um de nós? Se as leituras da realidade realizadas por observadores distintos podem não coincidir, como representar o real? O conceito de real é uma discussão que está presente em diferentes áreas, como, por exemplo, da Filosofia, Antropologia e Semiótica.

Dentre as doutrinas filosóficas sobre a realidade, o realismo crítico considera que a apreensão da realidade se dá através de representações construídas por nossa mente, mas a realidade não é essas representações, ela tem uma existência independente da forma como a percebemos. Uma vez que as representações não são o mundo exterior, o mundo não é exatamente como o conhecemos (Almeida, 2003). Ao pensar o real concreto, utilizamos a representação que sempre nos faz perder algo dessa realidade. Assim, toda nossa relação com o real concreto sempre abrange um processo de idealização. Nesse sentido, idealizar significa produzir uma realidade mental (pensada) que não é idêntica à realidade, mas é uma representação da mesma que pode ser compartilhada por uma determinada comunidade (científica).

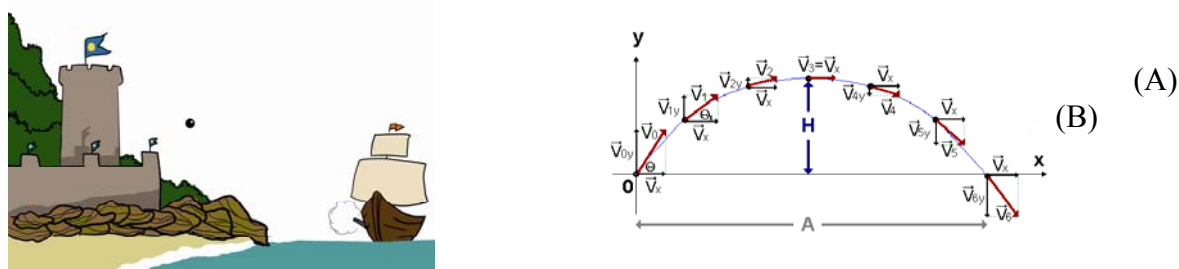


Figura 1: Real concreto e real pensado

Fonte: A) arquivo pessoal

B) <<http://www.cdcc.usp.br/exper/medio/>>.

Podemos pensar no movimento de uma bala lançada por um canhão (Figura 1(A)). Geralmente, esse exemplo é utilizado nas aulas e nos livros didáticos de Física para tratar do tema “Lançamento de projéteis”. A trajetória do movimento da bala e sua velocidade em vários pontos da mesma podem ser representados pela Figura 1(B), que se refere ao modelo mental (realidade pensada) utilizado para descrever esse movimento (realidade concreta). Para sairmos da realidade concreta e chegarmos à realidade pensada várias simplificações foram efetuadas. Primeiramente, admitimos a bala como uma partícula: suas dimensões são desprezíveis se comparadas às outras dimensões envolvidas no fenômeno (altura – H - e alcance horizontal – A - atingidos) e ela não realiza o movimento de rotação. Desprezamos a resistência do ar e a variação da aceleração da gravidade com a altitude, que impediriam a trajetória de ser parabólica. Desconsideramos a curvatura da Terra, reconhecendo o alcance como uma distância horizontal. Assim, o modelo matemático empregado para a descrição desse movimento refere-se a uma realidade mental que em alguns aspectos, como os comentados acima, se distancia da realidade concreta do lançamento da bala. Encontraremos enormes discrepâncias se utilizarmos esse modelo para descrever o movimento de um projétil que alcance uma distância de, aproximadamente, cem quilômetros (Medeiros & Medeiros, 2001).²

2 Uma das perspectivas da ciência da cognição a que poderíamos recorrer seria a teoria dos modelos mentais de Johnson-Laird (1983). Para esse autor as imagens que representam a realidade pensada seriam modelos vistos a partir de uma área do conhecimento, no nosso caso, a Física, e a realidade concreta seria representada por modelos mentais análogos aos objetos do mundo cotidiano.

A primeira imagem da Figura 1 (A) é mais icônica que a segunda imagem (B), ela se assemelha mais à realidade concreta. Relacionada à idealização da realidade concreta, a imagem (B) se parece mais com o modelo mental (realidade pensada), ela está mais próxima do conteúdo científico que se quer transmitir.

Mas, se os modelos não servem para explicar a realidade concreta, para quê utilizá-los? Se são apenas produtos mentais, por que investirmos tempo ensinando e aprendendo algo que não pode ser empregado para compreendermos a natureza? A questão é que a realidade pensada explica a realidade concreta em determinados contextos de validade (Medeiros & Medeiros, 2001). O modelo de “Lançamento de projéteis” ensinado no Ensino Médio, é válido no contexto em que o projétil possa ser considerado uma partícula, sua forma e velocidade atingida não acarretem uma resistência do ar considerável, a altura atingida não seja suficiente para alterar significativamente o valor da aceleração da gravidade e o alcance possa ser admitido como horizontal. Infelizmente, geralmente, não mencionamos os contextos de validade: passamos da realidade concreta para realidade pensada, e vice-versa, como se a segunda representasse fielmente a primeira.

Estudos já indicaram uma suposição de que as imagens podem auxiliar na compreensão de conceitos físicos, na medida em que os aproximam de situações concretas, permitindo exemplificar a realidade pensada através de elementos e fenômenos da realidade concreta (Fanaro, Otero & Greca, 2005; Jiménez Valladares & Perales Palacios, 2001). Entretanto, sem uma discussão sobre os contextos de validade em que os conceitos científicos podem ser empregados, os modelos criados pela ciência parecem substituir os elementos cotidianos, induzindo-nos a pensar que todo o conhecimento científico parte de uma observação da experiência e que a realidade concreta é totalmente representada e explicada pela realidade pensada. Dessa forma, poderíamos chegar a aceitar a ciência como a única maneira de se conhecer o mundo (Rego, 2011).

Para Medeiros & Medeiros (2001), a partir de suas leituras de Galileu, fazer ciência implica, após idealizarmos o real, percorrer o caminho de volta através do experimento: é a atividade experimental que aproxima a realidade pensada da realidade concreta. Pensando na iconicidade como analogia com a realidade concreta, Galileu defende que o processo de conhecimento da realidade começa com uma diminuição de iconicidade (da realidade concreta para a pensada) e termine com um aumento de iconicidade (da realidade pensada para a concreta). Embora o nível de iconicidade do experimento seja inferior ao da realidade cotidiana, pois o experimento parte de uma modelização de aspectos presentes na mesma.

Schøllhammer (2007) defende que a distinção signífica entre a palavra e a imagem visual é que a primeira significa por diferença e a segunda, por semelhança. Ao nomearmos a realidade (objetos, fatos e emoções), excluimos outras possibilidades: se chamamos um objeto de “caderno”, estamos dizendo, também, que ele não é um livro, um lápis ou uma geladeira; ele é diferente de outros objetos que possuem um nome diferente. A imagem, por sua vez, nos remete a algo real semelhante à ela, seja em aparência física (realidade concreta) ou mental (realidade pensada). Na percepção consciente e compreensão do real necessitamos de palavras e imagens, porque “difícilmente conseguimos distinguir aquilo que não podemos nomear” (Manguel, 2001, p.48).

Assim como imagens relacionadas à realidade concreta necessitam ter alto grau de iconicidade, isto é, ter um alto grau de semelhança com a realidade que se quer representar, para ancorar nas experiências anteriores do leitor, a linguagem verbal associada a elas também precisa fazer parte do seu cotidiano. Ao passarmos da linguagem cotidiana para a científica, o texto (verbal e imagético) tende a perder em inteligibilidade: tanto palavras quanto imagens fazem parte de uma formação escolar específica. As ciências naturais utilizam-se de signos produzidos e compartilhados pela sociedade, próprios dos modelos científicos. Termos como fusão, ebulição, movimento

retilíneo uniforme, aceleração e elementos como vetores, gráficos e expressões algébricas fazem parte da maneira como a ciência representa a realidade. Essa forma de representação (utilizando-se de palavras e imagens) é transmitida pela educação e, em especial, através dos livros didáticos que são considerados “o material que melhor atende às necessidades dos professores e alunos das escolas públicas brasileiras” (Brasil, 2011, p.7). A compreensão da mensagem que se quer transmitir, isto é, o entendimento dos conceitos científicos, abrange a leitura complementar entre textos verbais e imagéticos.

Do exposto até aqui, podemos afirmar que a ciência, ao elaborar suas formas de representação da realidade, na forma verbal e na forma imagética, se utiliza de estruturas que são constitutivas da cultura científica e, para compreendermos tal especificidade, necessitamos conhecer a constituição dessas estruturas e os sentidos produzidos.

Resultados de uma oficina de leitura de imagens

Para investigarmos de que maneira estudantes fazem a relação entre as realidades concreta e pensada no âmbito do conhecimento em conceitos de Física, realizamos uma atividade com 51 graduandos dos cursos de Engenharia do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ), na Unidade de Nova Iguaçu (UnED-NI), onde uma das autoras da pesquisa leciona. Os estudantes que fizeram parte do estudo estavam cursando as disciplinas de Física do Ciclo Básico (Física 1 - Mecânica, Física 2 – Termologia e Ondas e Física 3 – Eletromagnetismo), referentes ao 2º, 3º e 4º períodos do curso. A atividade foi executada durante uma aula de Física pelo professor da referida disciplina.

Apresentamos as duas questões impressas (Figuras 2 e 3) que foram respondidas por eles de forma escrita e entregues no mesmo momento a quem conduziu a atividade, não tendo, portanto, controle sobre qual questão eles responderam primeiro. As imagens não continham suas referências para não influenciar em suas leituras. Antes de sua aplicação, orientamos cada um dos professores sobre a condução da tarefa: os estudantes deveriam responder individualmente, não se identificar na folha de respostas e não se preocupar com a avaliação das mesmas, pois elas não seriam utilizadas para atribuição de nota na disciplina. Em nenhum momento nos preocupamos em analisar se as respostas dos estudantes estavam equivocadas em termos de conceitos físicos.

As questões estavam relacionadas a conteúdos da Mecânica (Terceira Lei de Newton e Lançamento de Projéteis), já trabalhados por todos os estudantes. Na primeira questão os estudantes deveriam escolher uma imagem para representar um texto da Terceira Lei de Newton e justificar sua escolha. Na segunda, eles precisaram selecionar uma das sequências de imagens previamente construídas, tendo em vista a situação de ensino do conteúdo Lançamento de Projéteis. O papel dos estudantes na resposta à Questão 1 era associar uma imagem ao texto verbal tendo em vista apenas sua compreensão de ambos, já na Questão 2, sua atenção deveria estar focada em explicar um conteúdo para outros. Nosso objetivo foi colocar os estudantes diante de dois modos distintos de lidar com as imagens na construção do conhecimento científico. Assim, por se tratarem de formas de comunicação distintas, as questões foram analisadas separadamente.

Questão 1

Ao examinarmos a primeira questão, agrupamos as respostas dos estudantes de acordo com o nível de iconicidade da imagem escolhida (Tabela 2). O nível de iconicidade se refere à semelhança da imagem com a realidade concreta, e, conseqüentemente, o nível de abstração diz respeito à analogia com a realidade pensada: quanto maior o nível de iconicidade menor será o de abstração. Na escala de Moles (1976), citada por Aparici, García Matilla e Valdivia Santiago (1992), as imagens são classificadas em 13 níveis de iconicidade, indo de 12 (iconicidade máxima/abstração

mínima), que seria o próprio objeto, a 0 (iconicidade mínima/abstração máxima), que representa as palavras e fórmulas algébricas. A partir das imagens usadas, fizemos algumas modificações na classificação de Moles que serão apresentadas a seguir na análise das questões. Baseando-nos na classificação de Moles (1976), criamos nossa própria classificação que abrange apenas os tipos de imagens utilizadas na pesquisa, porém obedecemos à ordem crescente de iconicidade (quanto mais semelhante à realidade concreta maior será o nível de iconicidade).

Descartamos da análise as respostas de 5 estudantes por não compreendermos o que havia sido escrito, ou por não terem respondido a justificativa da escolha da imagem, ou por sua justificativa não se referir à imagem dita como escolhida. Procuramos identificar se o texto verbal construído por eles estava relacionado apenas à realidade concreta (usando termos próprios do cotidiano), à realidade pensada (referente somente à linguagem característica da Física), ou se transitavam entre as duas linguagens, seja começando pela linguagem científica (Física → Cotidiano) ou pela concreta (Cotidiano → Física). A Tabela 1 apresenta algumas respostas que exemplificam nossa forma de análise.

A imagem (1) se refere a uma expressão matemática, composta, portanto, de signos totalmente abstratos, construídos socialmente para serem utilizados no âmbito da ciência, e em especial, da Física, sendo considerado nesse estudo como elemento da Física. Além dos elementos matemáticos, as imagens (2) e (6) apresentam figuras genéricas (retângulos e círculos) que podem representar quaisquer objetos com essas formas. Nas imagens (5) e (8) são representados elementos identificáveis como carro, pneu, cavalo, pedra acompanhados de expressões da Física. Sem elementos da Física, as imagens (3), (4) e (7) se referem a elementos apenas do cotidiano (realidade concreta).

Ao lerem o enunciado da Questão 1 (a Terceira Lei de Newton), os estudantes estavam em contato apenas com elementos da realidade pensada. O grupo A, para representar o enunciado, selecionou uma imagem também referente à essa realidade e, ao justificar sua escolha, não utilizou elementos da realidade concreta, ou seja, não houve transição entre essas realidades.

Da mesma forma, o grupo B, durante toda a elaboração de sua resposta, utilizou apenas a linguagem científica, tanto em termos das imagens escolhidas (presença dos elementos da Física e representação de objetos com baixo nível de iconicidade) quanto de suas justificativas.

Nos grupos C e D houve a transição da realidade pensada do enunciado para uma imagem que continha elementos da realidade concreta. Dos estudantes que escolheram imagens com a presença de elementos das duas realidades (grupo C), 2 justificaram apenas com elementos científicos, 6 justificaram utilizando termos das duas linguagens (aspectos cotidianos e científicos), iniciando seu discurso sempre com termos do cotidiano. Apenas o estudante 1.6 fez uso somente de termos cotidianos.

Os 16 estudantes que partiram da realidade pensada do enunciado para a exclusivamente concreta das imagens 3, 4 e 7 (grupo D) foram os que tiveram maior diversidade quanto à explicação para a imagem selecionada: 2 permaneceram utilizando elementos do cotidiano, 2 voltaram aos elementos científicos, 12 usaram elementos das duas realidades e, desses, 10 começaram com aspectos da Física para depois introduzirem o cotidiano e 2 realizaram o caminho oposto.

1) “Quando dois corpos interagem, a força que o primeiro exerce sobre o segundo é igual em módulo e contrária em sentido à força que o segundo exerce sobre o primeiro”.

Das 8 imagens a seguir, qual você escolheria para representar o texto acima? Escolha apenas uma. Justifique sua escolha.


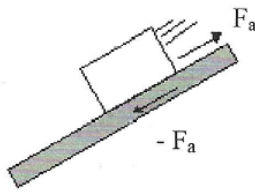



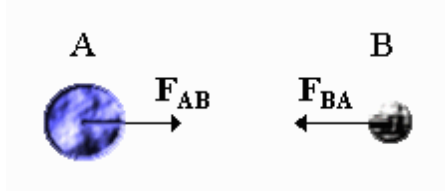
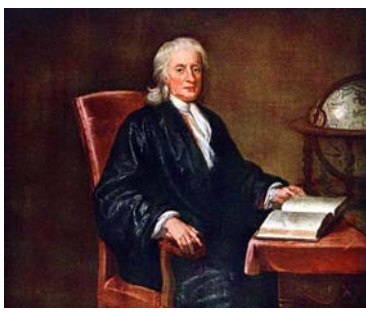
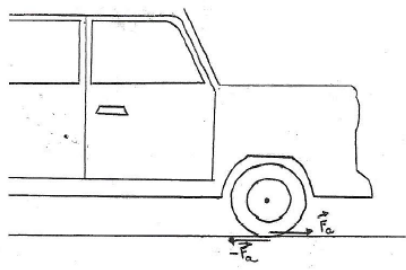


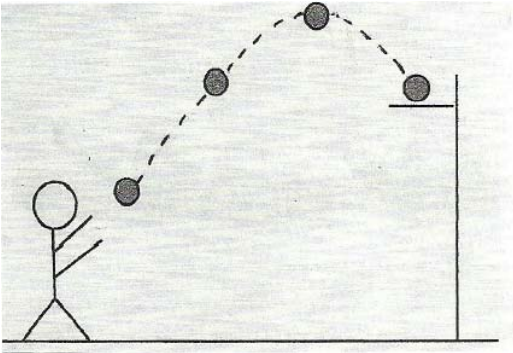
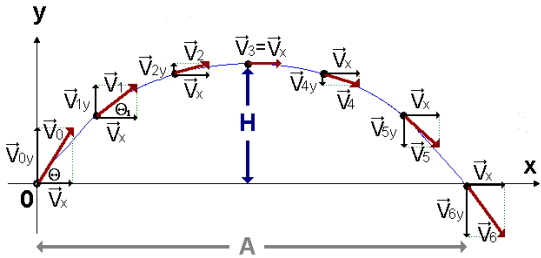
<p>1)</p>  <p>Fonte: arquivo pessoal</p>	<p>2)</p>  <p>Fonte: arquivo pessoal</p>
<p>3)</p>  <p>Fonte: arquivo pessoal</p>	<p>4)</p>  <p>Fonte: CEPA- Instituto de Física – USP http://www.cepa.if.usp.br</p>
<p>5)</p>  <p>Fonte: Fonte: CEPA- Instituto de Física – USP http://www.cepa.if.usp.br</p>	<p>6)</p>  <p>Fonte: arquivo pessoal</p>
<p>7)</p>  <p>Fonte: http://www.1st-art-gallery.com</p>	<p>8)</p>  <p>Fonte: arquivo pessoal</p>

Imagem escolhida: ()

Justificativa:

Figura 2: Questão 1

2) Observe as quatro imagens a seguir:

<p>1)</p>  <p>Fonte: arquivo pessoal</p>	<p>2)</p>  <p>Fonte: http://www.morguefile.com</p>
<p>3)</p>  <p>Fonte: arquivo pessoal</p>	<p>4)</p>  <p>Fonte: http://www.cdcc.usp.br/exper/medio/</p>

Se você fosse apresentar um trabalho sobre o tema “Lançamento de Projéteis” utilizando uma sequência construída a partir das imagens anteriores, qual das sequências abaixo você escolheria:

a) 2 – 1 – 4 – 3
 b) 2 – 3
 c) 2 – 3 – 1 – 4
 d) 2 – 1 – 3 – 4
 e) 3 – 4
 f) 4 – 3 – 1 – 2

Justifique sua escolha:

Figura 3: Questão 2

Questão 2

Nosso objetivo nessa questão era investigar como os estudantes transitavam entre as realidades por meio de imagens e como se dava a relação entre o texto verbal (justificativas) e o

texto imagético (sequência). Pelos mesmos motivos citados na análise da Questão 1, excluímos algumas respostas, totalizando nesta análise 37 estudantes. A Tabela 3 apresenta algumas respostas dos estudantes de acordo com o item escolhido (sequência de imagens).

Tabela 1: Exemplos de respostas dos estudantes (Questão 1)

Resposta	Grupo	Imagem	Justificativa	Mensagem linguística
1.49	A	1	“Pois são forças com sentidos contrários, representado pelo sinal negativo na segunda força.”	Física
1.45	C	8	“O carro interage com o solo, e isso faz com que haja uma força de atrito entre os corpos, que é contrária a força feita pela roda do carro”	Cotidiano → Física
1.6	C	8	“A roda empurra e é empurrada”.	Cotidiano
1.15	D	7	“A força que o homem exerce sobre a cadeira é a mesma força só que contrária a que a cadeira exerce sobre o homem”	Física → Cotidiano

Tabela 2: Análise da Questão 1

Grupo	Imagem escolhida	Iconicidade	Estudantes	Mensagem linguística			
				Cotidiano	Cotidiano → Física	Física → Cotidiano	Física
A	1	0	14	0	0	0	14
B	2 ou 6	1	7	0	0	0	7
C	5 ou 8	2	9	1	6	0	2
D	3, 4 ou 7	3	16	2	2	10	2

A imagem 1 é um desenho que se refere à linguagem cotidiana: um menino jogando uma bola na rede de basquete. Representando a mesma linguagem, a imagem 2 é mais icônica que a primeira: uma fotografia que registra um determinado momento de um jogo de basquete, onde o contexto em que se dá o movimento se faz presente. Na imagem 3, podemos também imaginar o mesmo movimento representado na imagem 1, entretanto, o desenho perde em iconicidade por deixar de representar características humanas (o ser que joga a bola está mais próximo de um boneco do que de um menino), a bola agora é um círculo (elemento generalizado) e não temos a cesta (o traço horizontal pode ser, por exemplo, uma prateleira). Além disso, o tracejado que indica a trajetória da bola é um elemento da linguagem da Física. Com nível de abstração máximo (iconicidade mínima), a imagem 4 apresenta os vetores velocidade em alguns instantes do movimento de um projétil lançado obliquamente, a altura máxima (H) e o alcance (A) atingidos por ele dispostos no plano cartesiano. Podemos perceber que na descrição desta última imagem,

utilizamos somente a linguagem científica. De acordo com nossa classificação de iconicidades as imagens 1, 2, 3 e 4 dessa questão se referem, respectivamente, às iconicidades 2, 3, 1, e 0.

Procedemos à categorização das respostas do mesmo modo realizado na Questão 1 (Tabela 4). Neste caso, os estudantes foram agrupados de acordo com a sequência de imagens escolhida.

Tabela 3: Exemplos de respostas dos estudantes (Questão 2)

Estudante	Item	Justificativa	Linguagem
2.9	C	“Da mesma forma, acredito na transformação do real em modelo.”	Cotidiano → Física
2.46	D	“A primeira imagem, para ilustrar o exemplo, mostra que a situação será estudada a partir de algo do mundo real, no caso, o basquete. A segunda, e a terceira, ilustram a ação executada bem como a trajetória percorrida. A última imagem escolhida mostra fisicamente e com representação “matemática” o fenômeno físico estudado. Desta forma, se cria um ciclo que começa numa situação real e termina com análise “matemática”	Cotidiano → Física
2.22	E	A imagem 3 mostra a trajetória detalhada desde o lançamento da bola até seu encontro com o aro e a imagem 4 mostra decomposta as velocidades. (FÍSICA)	Física
2.48	F	Iniciaria explicando o tema usando o diagrama (4) e as demais figuras apenas para exemplificar o assunto.	Física → Cotidiano

Tabela 4: Análise da Questão 2

Item	Sequência	Estudantes	Mensagem linguística			
			Cotidiano	Cotidiano → Física	Física → Cotidiano	Física
A	2 – 1 – 4 – 3	0	0	0	0	0
B	2 – 3	1	0	1	0	0
C	2 – 3 – 1 – 4	1	0	1	0	0
D	2 – 1 – 3 – 4	22	2	14	0	6
E	3 – 4	10	0	3	0	7
F	4 – 3 – 1 – 2	3	0	0	3	0

Nenhum estudante escolheu o item A que apresentava as imagens, primeiramente, numa

seqüência em que se diminuía o nível de iconicidade (2 – 1 – 4), para terminar com um aumento de iconicidade (3). Os itens B e C começam com uma fotografia do cotidiano e diminuem de iconicidade ao passar para um desenho esquemático (2 – 3). O item C ainda aumenta de iconicidade ao passar para a imagem (1), que é mais próxima da realidade concreta que a (3), para terminar com uma imagem de iconicidade mínima (4). Os estudantes que escolheram os itens B e C justificaram suas escolhas, com elementos da realidade concreta e pensada, começando com a linguagem cotidiana.

O item mais escolhido foi o D, que apresenta uma seqüência de imagens com uma diminuição gradual da iconicidade. O texto verbal construído pela maioria dos estudantes iniciou-se com elementos do cotidiano para, em seguida, inserir elementos da ciência. Selecionado por 10 estudantes, o item E é composto apenas das duas imagens finais (menos icônicas) do item D. Mais da metade desses estudantes utilizou-se apenas da linguagem científica para justificar suas escolhas.

A seqüência de imagens do item F é justamente a seqüência D invertida: existe um aumento no nível de iconicidade. Os estudantes que a escolheram foram os únicos que produziram um texto que transitou da realidade pensada para a concreta.

Considerações

Pudemos observar nas respostas dos estudantes que, geralmente, o texto verbal produzido por eles está de acordo com a imagem ou seqüência de imagens selecionadas, no que diz respeito à representação das realidades concreta e pensada.

Na Questão 1, os estudantes foram solicitados a selecionar uma imagem para representar um texto verbal construído no âmbito da ciência. Aqueles que escolheram imagens com menor nível de iconicidade e, portanto, com signos próprios da linguagem científica, justificaram suas escolhas utilizando somente elementos da realidade pensada (grupos A e B). As imagens que mostravam elementos das duas realidades (5 e 8) apresentavam, ocupando um espaço visual maior, os elementos cotidianos (carro, cavalo, carroça). A mensagem linguística da maioria dos estudantes que as selecionaram (grupo C) também continha elementos cotidianos e científicos, iniciando com os primeiros. No grupo que preferiu as imagens cotidianas (D) para representar o texto científico, a maior parte dos estudantes criou um texto verbal que transitou da realidade pensada para a concreta, indicando a mesma associação entre enunciado (texto verbal) e imagem.

Suas opções referentes à seqüência de imagens da Questão 2 também parecem concordar com os elementos presentes na mensagem linguística que eles fizeram. Ao escolherem uma seqüência onde as imagens eram apresentadas numa diminuição gradual do nível de iconicidade (item D), isto é, indo da realidade concreta para a pensada, a maioria dos estudantes transitou da linguagem cotidiana para a científica em seu texto. Já o texto daqueles que selecionaram uma seqüência, basicamente, de imagens relacionadas à realidade pensada (grupo E), de modo geral, continha apenas elementos científicos. Os estudantes que preferiram uma seqüência em que as imagens eram expostas com um aumento gradual no nível de iconicidade (grupo F) apresentaram um texto que foi da linguagem científica para a cotidiana.

Com relação ao seu papel em cada questão, quando colocados na posição de um leitor que precisa somente recorrer aos seus conhecimentos enquanto estudantes de Física (Questão 1), a maioria utilizou-se da linguagem científica na sua justificativa, mesmo aqueles que escolheram imagens com elementos do cotidiano. Parece que os estudantes se apropriaram das formas de representação da ciência, particularmente no que se refere à linguagem verbal. Ao reconhecerem a atividade como do âmbito da ciência (terceira lei de Newton), eles preferiram utilizar-se da

linguagem científica, já apreendida por eles.

Solicitados a assumir um papel relacionado ao ensino (Questão 2), os estudantes, em sua maioria, escolheram sequências onde houve uma diminuição de iconicidade, e fizeram isso também na linguagem verbal. Percebemos, em suas escolhas e justificativas, a presença das formas de representação da ciência: indo da realidade concreta para a realidade pensada (do complexo, com múltiplas variáveis, para uma idealizada, generalizada e com controle de variáveis). Essas formas de representação incorporadas pelos estudantes podem ter sua origem em sua formação acadêmica, presentes nos livros didáticos, nos experimentos, nas práticas pedagógicas que tendem a privilegiar o ensino de Física a partir de elementos cotidianos (Gouvêa & Oliveira, 2010).

Essa atividade parece mostrar que um trabalho que envolva a relação texto verbal – imagem pode indicar como os estudantes lidam com a representação das realidades concreta e pensada. É possível verificar se eles estão inseridos na linguagem científica, como eles transitam entre as duas formas de linguagem, quais as suas preferências ao lidar com elementos científicos, a presença ou não de necessidades em ancorar a linguagem científica na linguagem cotidiana entre outros aspectos.

Segundo Bachelard (1951), para ensinar ciência precisamos, num primeiro momento, levar em conta o conhecimento do senso comum dos estudantes (proveniente das relações estabelecidas com a realidade concreta) para, em seguida, romper com o mesmo de modo a alcançar o conhecimento científico (realidade pensada). Do ponto de vista de uma situação didática que utilize imagens, tratar a realidade pensada como correspondente à realidade concreta seria tratar a ciência como uma produção de conhecimento quase espontânea. Bachelard (1949) considera o conhecimento científico como o real construído, em constante movimento, não-estático e não-definitivo, uma ciência não-imobilizada que chega a passar por natural. Dessa forma, consideramos uma utilização de imagens em que começamos de uma situação baseada do conhecimento comum (realidade concreta) e, para cada nova forma de representação, a partir dos signos presentes na imagem, destacar, gradualmente, os rompimentos com o senso comum.

Referências

- Almeida, A. (org). (2003). *Dicionário Escolar de Filosofia*. Acesso em 08 out., 2009. <http://www.defnarede.com/>.
- Aparici, R., García Matilla, A., & Valdivia Santiago, M. (1992). *La imagen*. Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED).
- Aumont, J. (1993). *A imagem* / Jacques Aumont; Tradução: Estela dos Santos Abreu e Claudio C. Santoro – Campinas, SP: Papyrus. (Coleção Ofício de Arte e Forma)
- Bachelard, G. (1949). *Rationalisme Appliqué*. Paris: Presses Universitaires de France.
- Bachelard, G. (1951). *L'Activité Rationaliste de la Physique Contemporaine*. Paris, Presses Universitaires de France.
- Bachelard, G. (1996). *A formação do espírito científico: contribuição para psicanálise do conhecimento*. Tradução Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto.
- Barthes, R. (1990). *O óbvio e o obtuso: ensaios críticos III*. 3ª impressão. Rio de Janeiro: Nova Fronteira.

Battinelli, G. (1999). Langages scientifiques et langages des manuels: le cas de la physique. *Alliage, L'écrit de la Science*, Paris, 57-58. Colloque "L'écrit de la Science" et de la Technologie de la Commission Européenne (DG XII), 63-70.

Brasil. Ministério da Educação. (2011). *Guia de Livros Didáticos: PNLD 2012: Apresentação*. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2011.

Coracini, M. J. (1991). *Um fazer persuasivo: o discurso subjetivo da ciência*. São Paulo: Pontes.

Cuche, D. (2002). *A Noção de Cultura nas Ciências Sociais*. 2ª ed. Bauru: EDUSC.

Fanaro, M. de los Á., Otero, M. R., & Greca, I. M. (2005). Las imágenes en los materiales educativos: las ideas de los profesores. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4(2), 1-24. Acesso em 05 jan., 2008, <http://www.saum.uvigo.es/reec/>.

Gomes, I. M. de A. M. (1995). *Dos laboratórios aos jornais: um estudo sobre jornalismo científico*. (Dissertação de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Letras e Linguística, Universidade Federal de Pernambuco).

Gouvêa, G. & Oliveira, C. I. C. (2010). Memória e Representação: imagens nos livros didáticos de física. *Ciências & Cognição (UFRJ)*, 15(3), 1-15.

Halliday, M. A. K., & Martin, J. R. (1993). *Writing Science: literacy and discursive power*. Pittsburg, Pa: University of Pittsburg Press.

Husserl, E. (1980). *Elementos de uma elucidação fenomenológica do conhecimento*. São Paulo: Editora Abril. (Coleção Os Pensadores).

Izquierdo, M., Marquez, C. & Gouvêa, G. (2008) A proposal for textbooks analysis: rhetorical structures. *Science Education International*, 19(2), 209-218.

Izquierdo, M., Marquez, C. & Gouvêa, G. (2006). La Función Retórica de las Narraciones Experimentales en los libros de Ciências, Presentación de una pauta de Análises. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 6(2), 1-14.

Jiménez Valladares, J. de D., & Perales Palacios, F. J. (2001). Aplicación del análisis secuencial al estudio del texto escrito e ilustraciones de los libros de física y química de la ESO. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(1), 3-19.

Johnson-Laird, P. (1983). *Mental models*. Cambridge, MA: Harvard University Press. 513p.

Kress, G., & Van Leeuwen, T. (1996). *Reading images: the Grammar of visual design*. London: Routledge.

Lemke, J. (1998). Multiplying meaning: visual and verbal semiotics in scientific texts. In Martin, J. R. & Veel, R. (Eds.). *Reading Science*. London: Routledge, 1998.

Maingueneau, D. (1993). *Novas tendências em Análise do Discurso*. Campinas: Pontes.

Manguel, A. (2001). *Lendo imagens: uma história de amor e ódio*. São Paulo: Companhia das Letras.

Martins, I. (1997). *O papel das representações visuais no ensino e na aprendizagem de ciências*. In: Moreira, A. (Org.). I Encontro de Pesquisa e Educação em Ciências – SP, Águas de Lindóia: 1997, Atas do I Encontro de Pesquisa e Educação em Ciências, p. 294-299.

Martins, I. (2001). Visual imagery in school science texts. In Graesser, A., Otero, J. & De Leon, J.

- A. (Eds.). *The Psychology of Scientific Text Comprehension*. Hillsdale, N J: Larence Erlbaum Associate Publishers.
- Medeiros, A., & Medeiros, C. (2001). Questões epistemológicas nas iconicidades de representações visuais em livros didáticos de Física. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 1(1), 103-117.
- Moles, A. A. (1976). Em busca de uma teoria ecológica da imagem? In Anne-Marie Thibault-Laulan (Ed.). *Imagem e Comunicação*. São Paulo: Edições Melhoramentos.
- Mortimer, E. F., & Machado, A. H. (1997). *Múltiplos olhares sobre um episódio de ensino: por que o gelo flutua na água*. In: Encontro sobre Teoria e Pesquisa em Ensino de Ciências: Linguagem, Cultura e Cognição – Reflexões para o Ensino de Ciências – MG, Belo Horizonte: 1997, Anais do Encontro sobre Teoria e Pesquisa em Ensino de Ciências, p. 139-153.
- Orlandi, E. P. (1988). *Discurso e Leitura*. Campinas: Cortez Editora, Coleção Passando a Limpo.
- Otero, M. R., & Greca, I. M. (2004). Las imágenes em los textos de física: entre el optimismo y la prudencia. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*. 21(1), 35-64
- Peduzzi, L. O. Q. (1999) Imagens complementares a um texto de mecânica: a perspectiva de seu potencial para o aprendizado do aluno.. *Revista Brasileira de Ensino de Física*. 21(1), 1-17.
- Perales Palacios, F.J. (2006) Uso (y abuso) de la imagen en la enseñanza de las ciencias. *Revista Enseñanza de las Ciencias*. 24(1), 13-30.
- Perales Palacios, F.J., & Jiménez Valladares, J. D. (2002) Las ilustraciones en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de texto. *Revista Enseñanza de las Ciencias*. 20(3), 369-386.
- Rego, S. C. R. (2011). *Imagens fixas no ensino de Física: suas relações com o texto verbal em materiais didáticos e padrões de leitura de licenciandos*. (Tese de Doutorado em Educação em Ciências e Saúde, Núcleo de Tecnologia Educacional para a Saúde, Universidade Federal do Rio de Janeiro).
- Rego, S. C. R., & Gouvêa, G. (2010). Imagens em materiais didáticos impressos para o ensino de Física num curso de Licenciatura semipresencial. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, 3(3), 1-19.
- Schøllhammer, K. E. (2007). *Além do visível: o olhar da literatura*. Rio de Janeiro: 7Letras.
- Silva, H.C. da. (2006). Lendo imagens na educação científica: construção e realidade. *Pro-Posições*, 17(1), 71- 83.
- Silva, L. L. da. (2013). *O funcionamento de imagens e a produção de sentidos na leitura da relatividade restrita*. (Tese de Doutorado em Educação, Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas).

Recebido em: 30.04.12

Aceito em: 08.10.13