

Contribuição das imagens para o ensino de física numa perspectiva da Teoria da Dupla Codificação

Fernando Temporini Frederico e Dulcinéia Ester Pagani Gianotto

Universidade Estadual de Maringá, Brasil. E-mails: ftfrederico@gmail.com, depgianoto@uem.br

Resumo: Este trabalho apresenta parte de uma pesquisa de doutorado que, dentre outros fatores buscou analisar as contribuições das imagens para o ensino de física. Com uma abordagem qualitativa de natureza interpretativa e, tendo a Teoria da Dupla Codificação de Paivio como principal referencial teórico, buscou-se por meio de alguns instrumentos de coleta de dados investigar como as imagens podem se configurar como recursos potenciais para processos que envolvem o ensino de ciências. Com base na análise das evidências, pode-se considerar que tais recursos são capazes de contribuir de maneira significativa para o aprendizado de conceitos físicos.

Palavras-chave: imagens, ensino de ciências, teoria da dupla codificação.

Title: Contribution of imagery for physics teaching in a Dual Coding Theory perspective.

Abstract: This paper presents part of a doctoral research that among other things sought to analyze the contributions of imagery for physics teaching. With a qualitative approach to interpretation, and having Paivio's Dual Coding Theory as the main theoretical framework, it sought through some data collection instruments to investigate how imagery are set as potential resources for processes that involve teaching science. Based on the analysis of the evidence, it is estimated that these resources are able to contribute significantly to the learning of physics concepts.

Keywords: imagery, teaching science, dual coding theory.

Introdução

Os professores de Ciências (biologia, física e química) assim como de outras áreas do conhecimento, podem durante a abordagem oral de alguns conceitos e conhecimentos, enfrentar dificuldades quanto a maneira de discutir tais conhecimentos, uma vez que o mesmo pode se configurar como abstrato demais.

Diante dessa situação, buscam por meio de alguns mecanismos reduzir (na medida do possível) tal abstração e, muitas vezes, é justamente por meio de alguns elementos, que tais profissionais buscam a promoção desta redução, usando recursos didáticos, midiáticos e tecnológicos. E, alguns desses recursos podem estar associados com a utilização e exibição de imagens, sejam elas estáticas (fotografias, desenhos, esquemas) ou em movimento (vídeos, simulações).

Na abordagem de vários conteúdos relacionados ao currículo da disciplina de física, as imagens podem desempenhar um papel extremamente importante, justamente por suas propriedades de representação. Fotografias, imagens, vídeos, desenhos, gráficos, esquemas, dentre outros, são elementos que constantemente podem ser vistos associados aos fenômenos físicos. Mas, extrapolando a visão simplista de acessório dinamizador, como as imagens são capazes de contribuir para a aprendizagem de conceitos físicos? Seria por seus formatos, cores e características? Elas apresentam alguma vantagem com relação as palavras?

Para tentar responder a estas e a outras questões, buscou-se respostas na TDC - Teoria da Dupla Codificação de Allan Paivio (2014), que dentre outros fatores, revela que as representações verbais e as não verbais estão diretamente interligadas, de modo a nos permitir criar imagens quando ouvimos determinadas palavras e, gerar conceitos e descrições quando visualizamos imagens.

Nesta perspectiva, quando se pensa em aprendizagem, passamos necessariamente pela memória e, a associação de palavras e imagens parecem apontar para um horizonte promissor, uma vez que esta união pode ser capaz de ativar mecanismos específicos ligados a nossa memória, como o logogen e o imagen, discutidos justamente pela Teoria da Dupla Codificação.

Neste sentido, assim como aponta Lieury (2001), a memorização, muitas vezes não tão levada a sério por profissionais da educação, é um elemento que está diretamente ligada a aprendizagem, sugerindo que o simples decoreba pode representar muito mais do que se pode imaginar, uma vez que processos cognitivos ligados a aprendizagem estão diretamente ligados à memória.

Sabe-se ainda que, a forma de se abordar alguns conteúdos são fatores determinantes para que os mesmos possam agregar significados aos alunos, o que necessariamente requer a contextualização dos mesmos, pois, é desta maneira que o professor como mediador da aprendizagem, constrói o elo de relação entre a teoria e a prática. Esta ação parece ser ainda mais necessária no Ensino de Ciências, uma vez que boa parte dos conteúdos lidam com descobertas e questões científicas que, às vezes, se configuram como complexas.

Sendo assim, este trabalho objetivou verificar as possíveis contribuições das imagens para o ensino de física, com relação a conceitos de ondulatória e luz, bem como aos desafios e às possibilidades da inserção dessa metodologia na escola pública. Com a finalidade de analisar tais contribuições, desenvolveu-se uma sequência didática na qual se utilizou imagens (estáticas e em movimento) com o propósito de fazer com que os sujeitos envolvidos pudessem assimilar os conceitos discutidos de forma significativa, uma vez que o uso das imagens é capaz de ativar diferentes mecanismos presentes na memória humana.

Pressupostos teóricos que embasam este trabalho

Teoria da Dupla Codificação

A TDC proposta por Paivio (2014) discute a ideia de que a cognição envolve a atividade cooperativa de dois sistemas que funcionam de forma independente, mas, mantém ligações, sendo um sistema não verbal especializado em lidar com objetos e eventos não-linguísticos e, um sistema verbal, cuja especialidade é lidar de forma direta com a linguagem, conforme mostra Figura 1.

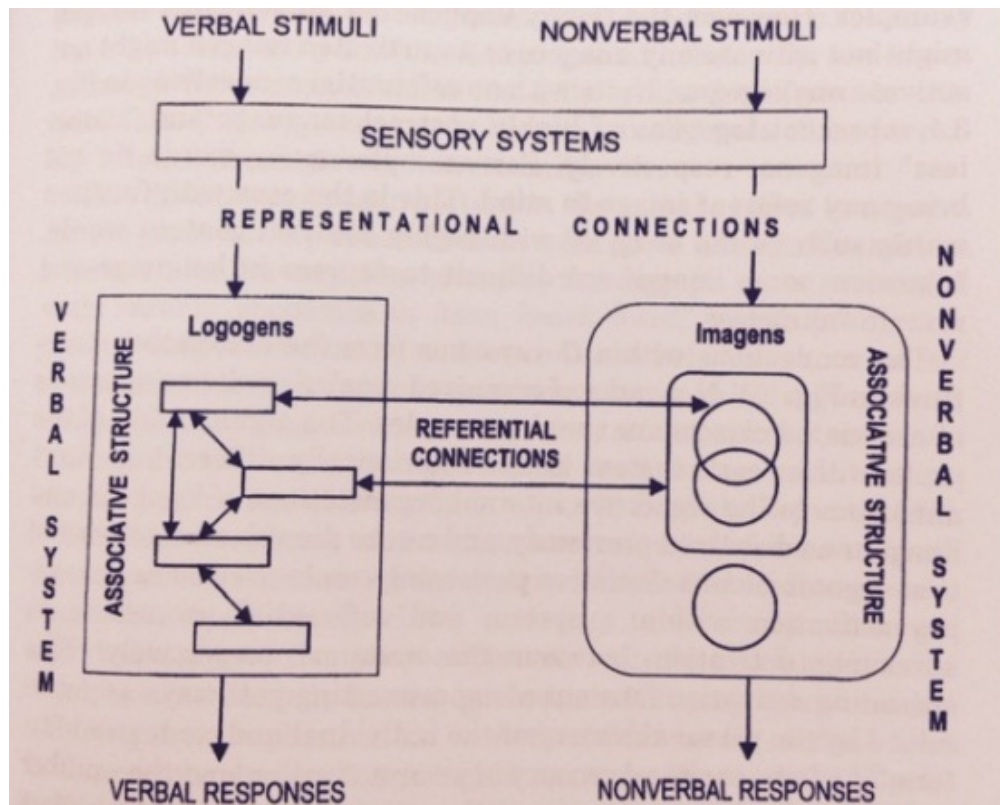


Figura 1.– Unidades estruturais da TDC, Sadoski, Paivio (2001).

De acordo com Paivio (2014), todo conhecimento é derivado de percepções de episódios específicos, tanto verbais como não verbais e dos comportamentos relacionados a eles. Neste sentido, o conhecimento consiste em memórias episódicas e processuais. Alguns encontros com determinadas palavras específicas podem se tornar obscuros, em que o sujeito fica com a impressão de que simplesmente a conhece, assim como seu significado. Por outro lado, parte do conhecimento “permanece episódico”, por exemplo, quando há uma questão relacionada com carros, poderíamos primeiramente recorrer aos mais diferentes episódios que envolvam o carro que está sendo vislumbrado no momento, ou até mesmo, aqueles adquiridos no passado. Assim, de forma contínua, a memória vai mudando e se expandindo de forma a assimilar tais episódios numa espécie de estrutura organizacional que fica cada vez mais diferenciada.

Dentro da TDC, Paivio (2014) discute alguns termos que são essenciais para a compreensão da teoria, são eles: logogen e imagen. O termo logogen, que representa uma espécie de organização interna, de tamanho e unidades linguísticas variáveis, como a percebida e a produzida.

Já o termo imagen foi cunhado pela primeira vez em 1978 por Paivio, quando se referia a unidades de representação que dão origem ao consciente (reportável) de imagens quando ativadas. Este termo também é utilizado no reconhecimento perceptual, da memória, de desenhos e em outras modalidades de processamento cognitivo de objetos não verbais. Apresentam-se em modos diferentes, tendo o imagen visual, imagen auditivo (que representam sons ambientais), imagen tátil (que permitem identificar objetos) e, por fim, imagen motor (gestos, comportamentos e comportamentos não verbais organizadas), em que todas as modalidades mesmo que distintas, envolvem necessariamente a atividade motora (movimento dos olhos, por exemplo, acompanham a imagem visual do objeto). Sendo assim, os "imagens" (este termo foi colado entre aspas para diferenciar do termo imagens, que na língua portuguesa representa o plural de imagem) podem ser considerados uma espécie de família de representações sensório-motoras.

Desta maneira, os logogens e "imagens" na TDC funcionam como estruturas internas de modalidades específicas que lidam com atributos sensório-motores de objetos e palavras (Paivio, 2014, p.40). Em outras palavras, o logogen seria uma espécie de gerador de palavras e, imagen um gerador de imagens.

Relações das imagens com o real

Todo o ser humano, na condição de espectador, ou seja, capaz de acessar informações do mundo que o rodeia, faz uso obviamente de seus sentidos, como a visão, a audição, o tato, olfato e o paladar. Todos estes sentidos facilitam o processo de interação do homem com seu ambiente, assim como a própria linguagem. Entretanto, a percepção visual e a audição, assim como sugere Costa (2005) são um dos principais instrumentos cognitivos do ser humano. Ela ainda explica que

Essa proeminência da visão sobre os demais sentidos da espécie se deve ao desenvolvimento dos recursos mentais de processamentos dos estímulos luminosos. Portanto, o que distingue nossa visão da de outros animais é o elaborado sistema de funções cerebrais que organizam os dados dos sentidos transformando-os em conhecimento, experiência e memória (Costa, 2005, p. 31).

Por outro lado, a interpretação de uma imagem, por exemplo, vai depender obviamente de nossa cultura, pois, nossas experiências anteriores são aquelas que poderão contribuir para a leitura de uma imagem.

As imagens, podem ser utilizadas para muitas funções, inclusive neste estudo, que envolve processos de ensino e aprendizagem relacionados com conceitos e conteúdos de física. Aumont (1995) destaca três principais aspectos que podem ser relacionadas com as funções das imagens: o modo simbólico, o modo epistêmico e o modo estético.

Ao referir-se ao modo simbólico, Aumont (1995) frisa que desde a pré-história muitas esculturas eram consideradas ídolos, sendo veneradas por seus seguidores. Muitas imagens representavam deuses, simbolizando valores, poderes, divindade, dentre outros valores. A cruz, para os católicos, por exemplo, representa dentre outros elementos, o sofrimento de Jesus Cristo, um ato de amor pela humanidade.

O simbolismo é algo muito comum na nossa sociedade atual. Quantas vezes se olha um brasão, um símbolo que remete a uma determinada marca de objeto, acessório, comida, dentre outros. Em muitos casos, não é necessário nem ler os caracteres textuais, pois, apenas o ícone já faz referência ao produto, marca ou empresa. Por exemplo, quando se desenha no quadro negro uma representação de sistema solar, em que os planetas giram em torno do sol, "seguindo certas linhas", os traços que representam estas linhas simbolizam sua órbita. É claro que não se deve correr o risco de cair no senso comum, pois, neste exemplo, sabe-se da necessidade de se contextualizar historicamente a construção dos modelos geocêntricos e heliocêntricos, discutindo aspectos culturais e científicos que marcaram a sistematização destes conhecimentos.

Mas, o que se quer frisar é que, o fato de se representar por meio de tracejados, acentua-se de certa forma, as informações visuais, que neste exemplo, buscam representar que os planetas de nosso sistema solar percorrem determinadas órbitas, seguindo certas leis, girando em torno do sol.

Já com relação ao modo epistêmico, Aumont (1995, p. 80) salienta que as imagens nos trazem informações visuais sobre o mundo que nos rodeia, "que pode assim ser conhecido, inclusive em alguns de seus aspectos não-visuais". Imagens, como fotografias foram recursos extremamente importantes para ajudar a comprovar (na época) uma das teorias revolucionárias que marcaram o mundo físico no início do século XX: A Teoria da Relatividade de Albert Einstein. A velocidade da luz revela-se a mesma, independentemente do referencial que para ela seja adotado, medindo aproximadamente, tanto no vácuo como no ar uma constante no valor de $c = 300.000.000$ m/s, contrariando, neste sentido, alguns princípios da mecânica clássica de Newton. A Figura 2 abaixo, refere-se a uma das fotografias utilizadas para comprovar a Teoria da relatividade de Einstein.

Isaac Newton forneceu o primeiro modelo matemático de tempo e espaço em sua obra *Princípios Matemáticos da Filosofia Natural*, publicado em 1687. No modelo de Newton, tempo e espaço constituíam um fundo no qual se desenrolavam os eventos, porém sem serem afetados por eles, ou seja, o tempo seria separado do espaço e considerado como uma única linha, infinito em ambas as direções (Hawking, p.32, 2009). Já na relatividade, aplica-se o conceito de espaço-tempo, ou seja, como um construto. Consequentemente, o espaço e o tempo devem ser analisados conjuntamente. Deste modo, dois fenômenos que acontecem de maneira simultânea para um observador, podem ocorrer em momentos diferentes para outro observador. Sendo assim, com velocidades próximas à da luz, ocorre a contração do espaço, enquanto o tempo se dilata. Em outras palavras, cada observador tem seu próprio tempo, e o mesmo passará mais

lentamente para aquele que está se movimentando, do que para aquele que se encontra em repouso.

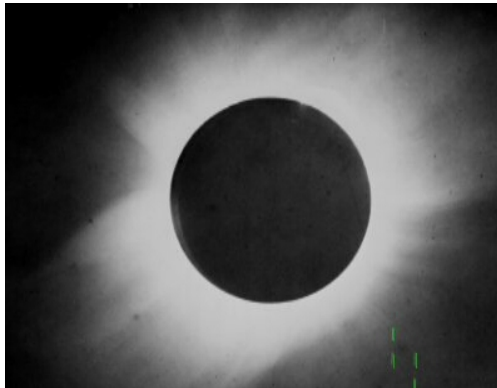


Figura 2.- Fotografia registrada durante uma expedição para comprovar a teoria na cidade de Sobral – Brasil, no ano de 1919. Em: http://www.apolo11.com/spacenews.php?posic=dat_20100211-091832.inc (acessado em 18 de setembro de 2015).

Com relação ao modo estético, Aumont (1995) salienta que a imagem é destinada a agradar seu espectador e a oferecer-lhe sensações específicas. Quem já não contemplou alguma pintura, por exemplo, e não ficou deslumbrado com os traços, cores e formas. O mesmo autor salienta que essa função estética é praticamente indissociável da imagem, ou seja, mesmo que uma imagem não seja voltada para as “artes”, ela carrega consigo um poder que parece mágico, capaz de mexer com o sentimento humano.

A própria natureza nos oferece todos os dias as mais belas imagens. Um exemplo bem típico que envolve esta vertente estética pode ser contemplada nas auroras boreais ou austrais, conforme Figura 3.

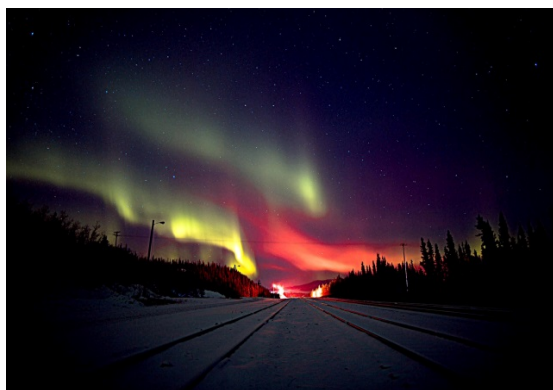


Figura 3: Aurora Boreal - Alasca (EUA), 2013. Em: <https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/originals/60/9c/fb/609cfbe13cb8c45934fcc8f2eef31b8a.jpg>, (acessado em 18 de setembro de 2015).

As auroras boreais ou austrais são basicamente produzidas pela colisão de partículas energéticas provenientes dos ventos solares que colidem com

o campo magnético da Terra, dirigindo-se aos pólos do planeta por meio das correntes de Birkeland. Esse fenômeno normalmente é observado durante a noite, ocorrendo na ionosfera, onde as partículas oriundas dos ventos solares colidem com íons de gases como o nitrogênio e oxigênio, transferindo para estes energia. Ao voltar para suas camadas de origem, os elétrons dos átomos destes gases liberam energia irradiando luz, que por sua vez, produz a aurora, enquanto que as cores dependem da irradiação dos diferentes íons. É um belo espetáculo estético oferecido pela natureza.

Vê-se, portanto, que as imagens podem “carregar” muitos significados, transmitindo as mais variadas informações em que, cada uma é capaz de trazer consigo, valores simbólicos, epistêmicos e estéticos, parecendo ao mesmo tempo, tão simples e complexas.

Marco metodológico

Para a realização deste trabalho, o projeto de pesquisa foi submetido para apreciação do COPEP –comitê permanente de Ética em Pesquisa com Seres Humanos, em que o mesmo foi aprovado sob nº 32207914.1.0000.0104, sendo considerada como qualitativa. Neste tipo de pesquisa, “o interesse central da pesquisa está na questão dos significados que as pessoas atribuem a eventos e objetos, em suas ações e interações dentro de um contexto social e na elucidação e exposição desses significados pelo pesquisador” (Moreira, 2011, p.47). Sendo assim, acredita-se que um termo adequado capaz de caracterizar esta pesquisa seria, segundo Erickson (1986 apud Moreira, 2011) o de pesquisa interpretativa. Neste sentido, o pesquisador interpretativo é aquele que registra eventos, obtém dados, transforma-os em asserções, observando participativamente de dentro do ambiente pesquisado, registrando cautelosamente os acontecimentos, não focado em dados e amostras no sentido quantitativo, mas de grupos e sujeitos em particular, procurando analisar determinadas instâncias e, o que há de único nelas e o que pode ser generalizado em situações similares (Moreira, 2011, p. 50).

As ações pedagógicas propostas se estruturaram durante 19 horas aulas (1 bimestre escolar, entre os meses de junho e setembro de 2014) onde foi desenvolvido basicamente o conteúdo de ondulatória e estudo da luz. Durante este período, na condição de professor pesquisador além dos encaminhamentos didáticos e metodológicos voltados ao ensino e aprendizagem de tais temáticas, procurou-se registrar da melhor forma possível, todos os eventos relacionados a esta pesquisa, por meio de instrumentos de coleta de dados, como: nas observações e registros de áudio e vídeo (todas as aulas foram gravadas e registros foram feitos no diário de pesquisa), entrevista (efetuada no final da sequência didática) e de questionários (aplicados de forma intercalada, durante a implementação da sequência didática). Por meio de tais recursos foram coletados os dados que ao se articular com o aporte teórico, permitiram constituir um corpus de discussões e apontamentos de resultados.

Estes instrumentos objetivaram obter informações que giraram em torno de três temáticas: contribuições das imagens para o ensino de física, contribuição da contextualização para o ensino de física e, contribuição das tecnologias para o ensino de física. Porém, para fins deste trabalho, serão

selecionadas e discutidas apenas as questões relacionadas a contribuição das imagens para o ensino de física presentes nos questionários (anexo 2), nas observações (anotações e registros de vídeo e áudio) e na entrevista (anexo 3). Com exceção do primeiro questionário que buscou essencialmente identificar o perfil dos alunos, os demais continham questões voltadas a analisar o aprendizado de alguns conceitos físicos relacionadas com a contribuição das imagens, da contextualização e das TIC – tecnologias de informação e comunicação empregadas para o ensino de física. Todavia, neste trabalho serão discutidas somente aquelas relacionadas com as contribuições das imagens.

Os sujeitos que fizeram parte deste estudo são alunos do 2º ano do ensino médio do período matutino, matriculados no 2º ano turma B, contando com 27 alunos, sendo 13 meninos e 14 meninas de uma escola pública da rede estadual localizada no noroeste do estado do Paraná - Brasil e, para preservar suas identidades, os sujeitos serão identificados pela sigla "SJ" + "Inicial do nome". Por já ter sido professor da grande maioria dos alunos que constituem esta turma no ano anterior, tenho propriedade para afirmar que no geral, a turma apresenta certa homogeneidade quanto a participação nas atividades, sendo que os mesmos, na sua maioria, participam dos encaminhamentos e atividades propostas.

O conteúdo abordado durante a pesquisa foi o de ondulatória: propriedades das ondas, tipos de ondas, espectro eletromagnético, propriedades físicas da audição, propriedades físicas da fala e da luz: características físicas da luz, dualidade da luz, propriedades físicas da visão e sensação de cores (sintetizados no quadro do anexo 1), em que se utilizou imagens (estáticas e em movimento) para discutir, realçar e contextualizar os conceitos relacionados com tais conteúdos. Após a implementação da sequência didática e por meio dos instrumentos de coleta de dados foi possível estruturar um corpus de discussões relacionado a utilização das imagens para o ensino de física.

E, como um dos objetivos principais desta pesquisa foi justamente analisar a contribuição das imagens para o ensino de Física, foram utilizados alguns recursos tecnológicos disponíveis da escola para exibi-las, tais como TV pendrive, datashow, computador, internet, softwares, celular, lousa digital, dentre outros.

Discussões: uma leitura qualitativa

A sequência didática implementada (Anexo 1) voltou-se a abordagem de conceitos de ondulatória e de óptica (estudo da luz). A mesma iniciou com a discussão de conceitos essenciais, como: onda (o que seria) e, posteriormente, de forma sequencial foram abordadas a classificação das ondas quanto à propagação (transversal, longitudinal ou mista) e quanto a natureza (mecânica ou eletromagnética); aplicação das ondas em nosso cotidiano; relações disciplinares de ondas envolvendo outras disciplinas, como a biologia, discutindo a produção da voz, qualidades fisiológicas do som, fazendo a distinção entre sons graves (baixa frequência) e os agudos (alta frequência), timbres, intensidade e altura; discutiu-se os possíveis problemas que podem ser causados pela exposição a sons de alta intensidade; abordou-se a composição básica do sistema auditivo e sua

estruturação (ouvido externo, médio e interno e os principais órgãos que os constituem); produção da voz e sistema fonador; aplicações tecnológicas de fenômenos ondulatórios (cotidiano, medicina, telecomunicações, comunicação entre animais, detecção de tsunamis e terremotos, dentre outras); abordagem matemática de ondas periódicas (amplitude, intensidade, frequência, comprimento e velocidade de ondas). Já, na abordagem de óptica (estudos da luz), além de se discutir conceitos iniciais de óptica geométrica, explorou-se também questões históricas que marcaram o estudo da luz (dualidade onda-partícula); questões biológicas relacionadas ao funcionamento da visão humana (funcionamento, captação e processamentos de estímulos) e estruturas essenciais que compõem o olho humano (cristalino, íris, humor aquoso, pupila, córnea, músculo ciliar, humor vítreo, esclera, retina, fóvea e nervo óptico); tipos de lentes (com bordas grossas e delgadas, tais como biconvexas, plano-convexas, côncavo-convexas, bicôncavas, plano-côncavas, convexo-côncava); lentes convergentes e divergentes utilizadas para problemas mais comuns que podem acometer a visão; doenças que podem acometer a visão como: miopia, hipermetropia, presbiopia, astigmatismo, daltonismo, estrabismo e catarata; percepção e sensação das cores; relações entre comprimento e cor observada; luz policromática e monocromática; espectro eletromagnético; relações entre comprimento de onda e energia; Para melhor dimensionar as discussões envolvendo a abordagem dos conteúdos e dos recursos utilizados, os apontamentos serão discutidos com base nos dados coletados em alguns instrumentos de coleta, apresentados a seguir.

Dos questionários

As questões que aqui serão discutidas fazem parte dos questionários (Anexo 2) voltadas a analisar a contribuição das imagens para o ensino de física.

Durante a abordagem dos termos iniciais sobre ondulatória, foram utilizados recursos de imagens, tais como imagens estáticas e vídeos, ilustrando situações envolvendo fenômenos ondulatórios, tais como: cenas de um vendaval (ênfatisando as diferenças de pressão variáveis no tempo), assim como de uma onda de choque causada por uma explosão, dentre outras imagens estáticas (caracterizando diferenças entre as ondas quanto a sua propagação). Deste modo, os alunos foram questionados sobre a relação e o papel das mesmas com os conhecimentos discutidos. Todos os 27 sujeitos, sem exceção, afirmaram que as mesmas contribuíram para a compreensão dos fenômenos estudados. Após esta abordagem, três questionamentos foram realizados buscando verificar o aprendizado dos alunos, conforme apresentado na Tabela.

Os dados coletados após as primeiras abordagens revelam que todos os alunos indicaram aspectos essenciais que dimensionam de forma satisfatória os principais elementos que respondem aos questionamentos. Isso porque, a utilização de recurso didático com imagens, pode parecer, a princípio, como uma ferramenta que, devido a sua composição gráfica de cores, movimentos, traços, composição, com áudio (ou não), dentre outros aspectos, pode contribuir para processos que envolvem o ensino e a aprendizagem, devido a seus atributos estéticos. Entretanto, ultrapassando uma visão mais superficial, a imagem como aponta Aumont (1995) carrega

necessariamente consigo, três aspectos importantes, o estético (como as cores), o simbólico (na medida que representa algo) e, o epistêmico (onde vincula-se o conhecimento). Neste sentido, a imagem extrapola a fronteira da simples representação, uma vez que seu processamento está diretamente ligado as funções cognitivas.

Questionamento	Principais aspectos apontados	Percentual de um aproveitamento mínimo satisfatório
Qual a principal característica de uma onda mecânica?	- Perturbação que necessita de um meio material para se propagar	100%
Basicamente como são gerados os ventos?	- Pela diferença de pressão	100%
Qual a principal diferença entre uma onda Transversal e uma onda Longitudinal?	- Se diferenciam nas direções de vibração e propagação	100%

Tabela 1.– Principais aspectos apontados pelos alunos.

Dentre estas funções cognitivas, a memória é uma das que se destacam e, o conhecimento está estreitamente interligado com às suas funções. Fonseca (2013) esclarece que a cognição envolve processos e produções mentais superiores, tais como: conhecimento, inteligência, pensamento, imaginação, criatividade simbolização, etc, nas quais constituem um sistema complexo de componentes, que nos permite perceber, conceber e transformar nosso envolvimento diante das mais variadas situações.

E, o cérebro como órgão da cognição possui uma capacidade extraordinária que é a de armazenar ou captar uma quantidade praticamente infinita de informações e, de maneira muito rápida, pode manipulá-las, não só em termos do passado, mas também, adequá-la a situações inéditas e imprevisíveis em termos de futuro. Mas, qual a relação destas questões com as imagens utilizadas para ensinar conceitos de física?

A aprendizagem passa necessariamente pela memória e, em qualquer um de seus níveis, a informação pode se perder, afetando, deste modo, a aprendizagem. Sendo assim, quanto mais significativa e importante a informação significar para o sujeito, mais proveitosamente ela poderá ser reutilizada, pois, no processo de retenção da informação, a “profundidade da atividade cognitiva e do processamento posto em prática” pode consequentemente influenciar em sua capacidade de recuperação e mobilização da mesma (Fonseca, 2013, p.68).

Isso sugere que, se tornarmos a informação suficientemente significativa, codificando-a semanticamente (como no caso das imagens), ela poderá ser recuperada de forma mais eficaz. Paivio (2014) mostra justamente que as imagens podem possuir certa superioridade quanto as palavras uma vez que elas estão codificadas em um só tempo, numa forma verbal e não verbal (ilustrada). Por exemplo, uma pessoa pode facilmente ler o grafismo raio x, uma vez que estas unidades ortográficas estão codificadas na memória lexical, permitindo que as mesmas possam ser vocalizadas. Por outro lado, para denominar uma imagem como a Figura 4, o sujeito

necessariamente deve buscar elementos para interpretá-la (na memória semântica), de modo a encontrar os termos adequados para nomeá-la.



Figura 4.- Radiografia panorâmica.

Em: <http://www.tudouberaba.com.br/saude/clinicas-radiologia>, (acessado em 24 de julho de 2015).

Isso explica, como defende Leury (2001), que muitos alunos e pessoas de um modo geral podem ler perfeitamente em voz alta, sem necessariamente, compreender o sentido do que está lendo, mostrando nitidamente o alcance das memórias lexical e semântica. Deste modo, o fato de se utilizar imagens para representar ou demonstrar conceitos, conhecimentos ou fenômenos físicos, envolve cognitivamente, segundo Paivio (2014) os dois sistemas, o verbal especializado em lidar com a linguagem e o não verbal especializado em objetos não linguísticos, como é o caso das imagens.

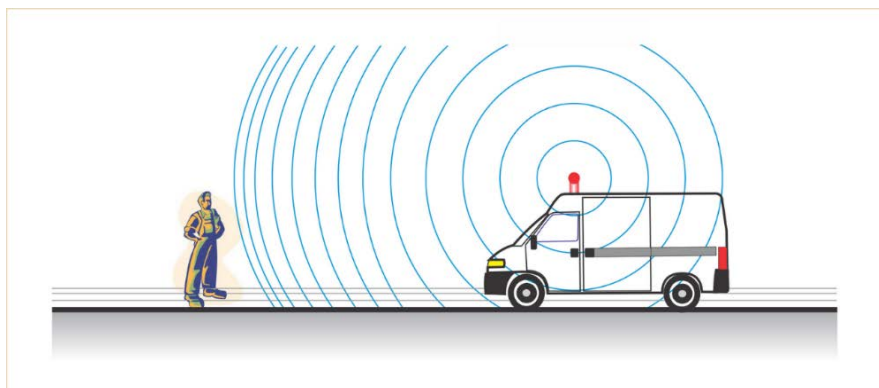


Figura 5.- Representação das ondas sonoras (efeito Doppler).

Em: http://osfundamentosdafisica.blogspot.com.br/2011/05/especial-de-sabado_28.html, (acessado em 24 de julho de 2015).

Assim sendo, durante a sequência didática, ao se referir ao efeito doppler, por exemplo, além de se discutir verbalmente questões relacionadas com sua natureza e suas características, estrategicamente utilizou-se imagens, fazendo deste modo, com que tais informações perpassem por ambos os sistemas (verbal e não verbal), sendo codificadas pelos mesmos, possibilitando que essas informações sejam resgatadas da

memória com mais facilidade. Na Figura 5, por exemplo, as ondas sonoras representadas por círculos azuis vem estrategicamente enfatizar que com a aproximação entre a fonte sonora e o observador, a frequência ouvida é maior do que a emitida, uma vez que ele recebe um número maior de frentes de ondas por unidade de tempo. Sendo assim, os sujeitos poderão relacionar tal fenômeno lendo o termo efeito doppler ou visualizando uma fotografia/vídeo de uma ambulância em movimento, ou, até mesmo, criar uma imagem mental para representar tal fenômeno quando se deparar com este conceito e vice versa. Essa questão se deve ao que Paivio (2014) denomina como associação intermodal.

Outros questionamentos foram feitos, objetivando investigar as possíveis contribuições das imagens utilizadas, tais como: "Durante as discussões de ondulatória, vimos alguns vídeos. Escreva quais as possíveis contribuições dos mesmos para a compreensão dos conceitos discutidos". Todos os sujeitos citaram possíveis contribuições das mesmas, nas quais podemos agrupar em duas categorias:

I – Contribui para compreensão do conceito/conhecimento/fenômeno.

II – Contribui para relação da Teoria com a Prática.

Basicamente 60% dos alunos argumentaram que as imagens contribuíram principalmente para a compreensão dos conceitos, conhecimentos e fenômenos discutidos, uma vez que "oferecem" mais elementos para a compreensão dos mesmos.

Dentre tais apontamentos inscritos na categoria I, podemos citar

Os vídeos demonstram o jeito correto e é mais interessante. Se fosse só falado, talvez imaginaríamos errado (SJA).

Os vídeos surtem um efeito visual correlacionado as imagens integrando certo movimento a visualização. Qualquer recurso que possa enriquecer a abordagem é benéfico e contribui para uma aproximação com os conceitos (SLR).

Aulas sem vídeos não fariam o mesmo efeito, seria difícil de entender, os vídeos facilitaram a compreensão do assunto estudado (SMA).

Já os 40% restantes, mencionaram que uma das principais contribuições dos recursos que envolvem imagens utilizadas reside justamente em relacionar a teoria discutida com a prática, ou seja, como os fenômenos discutidos em sala de aula podem estar relacionados direta ou indiretamente com o mundo que nos cerca

É muito mais fácil você ver algo acontecendo do que ouvir alguém falando sobre o mesmo. Isso acontece com os vídeos, ou seja, os vídeos fazem com que nós compreendemos os fenômenos na prática (SGU).

Os vídeos nos mostram de uma forma real os conceitos e a interpretar melhor o conteúdo, vendo a situação real nós compreendemos melhor (SAB).

Ajuda na compreensão das teorias no meio em que vivemos (SJR).

Em ambas as categorias, os testemunhos convergem para a constatação de que as imagens oferecem “um elemento a mais” para contribuir para compreensão de determinado conceito. Sadoski e Paivio (2001) citam uma série de estudos (Gambrell (1982), Gambrell e Bales (1986), Giesen e Peeck (1984), Kulhavy (1972), Kulhavy e Swenson (1975), Preslley (1976), Steingart e Glock (1979), dentre outros) em que as imagens foram utilizadas como protagonistas em processos que buscavam a compreensão de textos, onde as mesmas funcionaram como meio de promoção de vários aspectos relacionados a compreensão. De acordo com Sadoski e Pavio (2001) ao aliar imagens com texto, por exemplo, aumenta-se de forma significativa a compreensão de termos e significados, isso se deve ao fato de que, de acordo com a TDC, os dois sistemas verbal e não verbal estão interconectados, colaborando mutuamente um com o outro por ligações de referência entre os logogens e os “imagens”, unidades estas, responsáveis pela geração, de palavras e imagens respectivamente.

Com o avançar das atividades, outros questionamentos foram cunhados aos sujeitos: “Ao abordar conceitos utilizados usamos palavras (definições e explicações) seguidas, muitas vezes, por imagens (fotografias, animações, vídeos). O que você diria à respeito desta forma de abordar os conceitos?” e “Você acredita que uma imagem pode trazer informações mesmo sem trazer caracteres textuais? Tente justificar sua resposta.”

Com relação ao primeiro questionamento, mais uma vez, todos os sujeitos mencionaram que essa maneira de propor a discussão de conceitos e conhecimentos físicos contribuíram para a compreensão mais eficiente dos mesmos. Eis alguns comentários

Melhor compreensão, memorização, menos cansativa, enfim, melhor do que só falas (SLA).

É mais simples e fica mais na cabeça (SLU).

Fica bem melhor para entendermos os termos abordados, porque só uma explicação teórica não nos mostra muito bem como aquilo que acontece então imagens e vídeos nos ajudam a entendermos (SLY).

Com o desenho ficou mais fácil e com o vídeo ajudou bastante a entender, só a escrita, lembraríamos na prova, mas não ia ter a ideia de como é (SFR).

E, respectivamente com relação ao segundo questionamento, pode-se destacar

Sim, por exemplo, em uma imagem do efeito doppler que mesmo sem caracteres textuais é possível entender (SNA).

Sim, pois a partir de que a gente já sabe o conteúdo, apenas mostrar uma imagem já nos faz lembrar do que foi lembrado (SAL).

Sim, pois quando você vê determinada imagem na hora você assimila ela com alguma coisa que você já conhece como um desenho mostrado em sala na hora que vemos a imagem já sabíamos do que se tratava (SRO).

Sim, se você já tivesse “aprendido” sobre o conteúdo, e você vê uma imagem não textual você saberia as informações, mas, caso contrário não (SMA).

Os depoimentos apontados pelos sujeitos, de um modo geral, indicam que as imagens são meios que ajudam “lembrar” aquilo que foi estudado. Fisiologicamente falando, as imagens são elementos capazes de provocar sensações diferentes daquelas quando apenas visualizamos, lemos ou ouvimos uma palavra. Nesta perspectiva Meyer (2002) explica que o cérebro visual funciona como uma espécie de organização de atividade cognitiva superior, com determinadas configurações neurais, denominadas de patterns (conjunto de neurônios encarregados de uma dada atividade cerebral e que se organizam de forma a otimizar a atividade funcional).

Diante de uma sensação elementar (pouco estímulo visual), apenas neurônios da região da cerebral visual são suficientes, todavia, diante de uma sensação mais elaborada, a construção de uma imagem visual necessita da cooperação de outras capacidades cerebrais, tais como da memória e da emoção. Essa organização cerebral visual a priori, sugere uma natureza dual – relativamente estável e uniforme, na medida que este desempenho cerebral é inato da espécie e, por outro lado, subjetividade e versatilidade individuais naturais dos humanos e, também, das influências ligadas ao meio e à aprendizagem, sendo assim, “as estimulações sensoriais forjam uma rede de neurônios interconectados, na qual a força motora do sistema está representada pela intensidade do estímulo” (Meyer, 2002, p. 102).

Esta afirmação vem ao encontro da tese de que as imagens, serem usadas corretamente em contextos educacionais podem exercer um “peso” maior, uma vez que se encontram duplamente codificadas. Essas constatações nos remetem a ideia de que é preciso buscar estimular o meio/contexto de nossas aulas, tais como, complementar falas e discussões com imagens/vídeos capazes de realçar e exemplificar os conceitos e fenômenos de maneira mais sólida e contextual. Os próprios exames de PET – Póstron Emission Tomography (Tomografia por Emissão de Póstrons), tem apontado para um aumento considerável de atividade (fluxo de sangue) na região cerebral referente a uma percepção, uma sensação, ou mesmo um movimento. A TDC sugere justamente que os elementos verbais e não verbais estão interligados, uma vez que estas conexões entre tais sistemas nos possibilita a habilidade de criar imagens quando vemos ou ouvimos palavras, assim como também, de gerar nomes, conceitos ou descrições quando visualizamos Figuras ou imagens.

Das observações

Os apontamentos que serão mencionados nesta seção foram estruturados de forma cronológica, conforme o desenvolvimento da sequência didática, oriundo das observações registradas no diário de classe e nos registros de vídeo e áudio. Inicialmente algo que merece destaque foi o visível “entusiasmo” relacionado ao local onde ocorrem a maioria das aulas, que foi no laboratório de ciências e, também, pelos recursos utilizados (computador, datashow, lousa digital, dentre outros). Praticamente todos os alunos se mantiveram muito atentos às abordagens

da primeira aula, principalmente quanto aos slides, imagens e vídeo apresentados, além disso, a participação efetiva da turma marcou a segunda aula. Uma das questões marcantes na maioria dos encontros foi observada justamente durante a exibição de imagens e vídeos relacionados aos conteúdos. Os elementos gráficos, acentuados pelas cores, formas, movimentos e dinâmica das imagens, se configuraram como recursos que literalmente contribuíram para “chamar” a atenção dos alunos.

Nestas condições, percebe-se a necessidade de se implementarem e intensificar ações didáticas voltadas ao ensino que aliam palavras e imagens, o que vem de encontro com o proposto na TDC, e, também, de elementos ligados à memória.

Fernandes (2014) reforça a necessidade da inserção de atividades que envolvam imagens. O autor salienta que atualmente nas escolas da educação básica, há uma nítida predominância da linguagem escrita, sendo desestimulada ou até mesmo reprimida a representação por meio de desenhos, na medida que se observa uma inclinação para que a criança aprenda a ler e a escrever, “sendo o desenho não mais tolerado como expressão a partir de certo desenvolvimento intelectual” (Fernandes, 2014, p. 38). Nesta mesma perspectiva Souza (2014) salienta que a escola vem diminuindo os estímulos voltados a produção de representações visuais, enquanto que a verbal continua a ser valorizada. Ela ainda acrescenta que

[...] ainda que estimulados a representar de diferentes modos sua visualidade nas primeiras séries do Ensino Fundamental através de desenhos e pinturas, por exemplo, apenas a capacidade de ler e produzir textos verbais dos alunos será avaliada (Souza, 2014, p. 114).

As observações realizadas durante a implementação da sequência didática, demonstram que os recursos que fazem uso das imagens podem contribuir para processos que envolvem o ensino, entretanto, como apontado pelos autores acima, a escola ainda hoje, não lhes conferem valor de acordo com seu potencial.

Sendo assim, o baixo valor pedagógico que é atribuído as imagens elaboradas em atividades educacionais pelos alunos, ignora o fato de que fora do âmbito escolar, as imagens ocupam um papel cada vez mais relevante em suas vidas (Souza, 2014).

A partir da quinta aula, iniciou-se uma abordagem que englobava outras disciplinas, principalmente para biologia, ao contemplar, por exemplo, o aparelho auditivo. Esta mesma relação disciplinar (principalmente entre física e biologia) ocorreu também ao relacionar ondulatória com o aparelho fonador e com a visão humana. Percebeu-se que quando conceitos científicos são discutidos de forma que se permita identificá-los no cotidiano, a participação dos alunos se torna mais efetiva, na medida que os mesmos, em sua grande maioria, relataram, por exemplo, dúvidas e indagações a respeito de vários aspectos relacionados com a temática em estudo, tais como: problemas de audição, visão, tipos de lentes, produção do ronco, influência fisiológicas na produção da voz (masculina e feminina), percepção e aplicação dos fenômenos ondulatórios na medicina, na

tecnologia, na natureza e dia a dia, sensação das cores, influência do cérebro em questões de percepção, dentre vários outros.

E, mais uma vez, destaca-se o papel fundamental das imagens neste processo. Por exemplo, para representar o processo de audição humana, foram utilizados vídeos e imagens que buscaram representar a maneira de como as perturbações (som), podem ser captadas por nosso sistema auditivo, e como a mesma interage com as orelhas externa, média e interna, e o papel desempenhado por cada órgão até a emissão de sinais elétricos que são enviados ao cérebro, de modo que o mesmo possa traduzir tal perturbação em fonemas e palavras. Em um dos vídeos por exemplo, ao representar parte da orelha interna, exibiu-se imagens como a Figura 6.

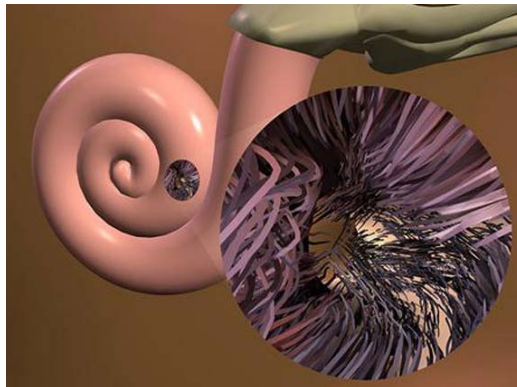


Figura 6.- Representação da cóclea e membrana basilar. Em: <http://www.biologia.seed.pr.gov.br/modules/galeria/detalhe.php?foto=464&evento=3> (acessado em 18 de setembro de 2015).

A mesma representa parte da cóclea e da membrana basilar que as constituem, mostrando um dos últimos percursos da vibração (som) antes de ser enviada para o nervo auditivo e posterior distinção do cérebro. É importante salientar que cabe ao professor realçar que imagens, tal como a exibida acima, se configura como uma espécie de metáfora, ou seja, que assume uma forma que busca representar algo, não sendo portanto, uma representação fiel de tal órgão e estrutura. Nesta perspectiva, Fonseca (2013, p.123) salienta que é o cérebro que determina a aprendizagem do homem, sendo a aprendizagem contextualizada e mediatizada que se determina sua plasticidade funcional, em que “a cognição humana aprende-se e ensina-se por meio de mediatização”, ou seja, que depende da ação do outro, neste caso, da ação pedagógica do professor. Por esse motivo, é muito importante que o professor tenha a consciência de sua responsabilidade quanto a abordagem que será adotada.

Dentro da TDC, Paivio (2014) deixa bem claro que ao usar imagens integradas com palavras, aumenta-se expressivamente as possibilidades de que a informação seja melhor “assimilada” uma vez que diferentes estruturas cerebrais são acionadas, como os logogens e as “imagens”. Tais comportamentos se mantiveram ao longo dos demais encontros e, de forma resumida, pode-se dizer que praticamente todos os sujeitos envolvidos participaram satisfatoriamente das aulas e encaminhamentos didáticos e pedagógicos inerentes à sequência didática.

Além de se considerar o fato do ambiente diferenciado, uma vez que as aulas ocorreram no laboratório de ciências, os recursos utilizados (como datashow e lousa digital) para a exibição dos conteúdos (incluindo imagens e vídeos) dinamizaram o processo de abordagem dos conceitos, algo que pôde ser observado nitidamente nas expressões dos alunos. Deste modo, nossa experiência como professores de Ciências nos respaldam em afirmar que não é comum identificar em aulas “convencionais” tal dinâmica, uma vez que em sua maioria, apenas ocorre uma abordagem oral e resolução de exercícios matemáticos.

Da entrevista

A entrevista pautou-se basicamente em 4 questões, em que uma delas especificamente, que será discutida aqui, pautou-se em verificar a opinião dos alunos a respeito do papel assumido pelas imagens nos processos que envolveram o ensino e a aprendizagem de conceitos de física: “Durante nossos encontros foram utilizadas imagens visando contribuir para o aprendizado de conceitos de física. Como você dimensiona o papel das imagens neste processo?” Resumidamente, tais apontamentos incidiram em torno de 3 principais aspectos, conforme descritos na Tabela abaixo.

Aspecto	Percentual
Contribuíram para compreensão dos conceitos	78%
Contribuíram para memorização dos conceitos	56%
Contribuíram para a relação teoria x prática	56%

Tabela 2.- Papel das imagens para o aprendizado.

Dentre tais argumentações, pode-se destacar

Além de aprender na teoria, o uso das imagens e dos vídeos nos ajudaram a compreender melhor estes fenômenos no dia a dia (SJR).

Acho que ajudou muito, porque se fosse só na teórica, você grava, mas, muitas vezes você não entende exatamente o que está falando e, com as imagens você aprende melhor (SNH).

É uma forma de você assimilar mais, porque, conforme você vai lendo, aí você vai tendo uma imagem do que você está lendo, eu acredito que dá para você identificar mais fácil o que você está aprendendo, sendo uma forma mais fácil de você guardar aquilo que está sendo dado para você (SWW).

As imagens ajudaram, porque igual aqueles quadrinhos, explica de uma forma engraçada para a gente entender, fica legal e mais divertida a aula e, as outras imagens como aquelas no efeito doppler, se não fosse as imagens, acho que não daria para entender a parte da teoria. Acho que ajudou bastante (SAL).

Paivio (2014) esclarece que a captação das informações e sua respectivamente codificação ocorre de maneira mais efetiva quando se usa os canais visual e verbal/auditivo, ou seja, um determinado conceito pode ser concebido em diferentes ângulos por meio de variadas nuances que

determinam suas características, com efeito, elementos verbais podem ser mais eficazes para transmitir certas informações, enquanto que elementos não verbais podem ser para outras.

Nestas circunstâncias, quando usamos imagens além das palavras (escritas ou faladas) para discutir, ensinar ou mostrar certos conceitos e fenômenos, por exemplo, estaremos ampliando os caminhos para sua compreensão, uma vez que estaríamos potencializando seu processamento e, conseqüentemente, aumentando suas chances de recuperação (na memória). A este respeito, Fonseca (2013, p. 68) afirma que a forma como a informação for processada pelo sujeito e como ela for cognitivamente e emocionalmente ativada, mediatizada, controlada e regulada, poderá determinar qualitativamente as funções da memória, daí, a importância de estratégias da "treinabilidade e educabilidade de estratégias mnemônicas", tais como as de visualizar, imaginar, categorizar, verbalizar, dentre outras.

Em consonância com estas constatações, ao abordar cognitivamente a aprendizagem do ser humano, o autor ainda salienta que qualquer aprendizagem seja ela simbólica ou não, envolve complexos processos e subcomponentes cognitivos, na medida em que constitui uma organização articulada de processos de integração e retenção, de processamentos sequenciais e simultâneos de dados multimodais e de procedimentos de planificação e expressão da informação (Fonseca, 2013, p. 62), o que vem de encontro com nossos apontamentos, uma vez que destaca os processamentos de dados multimodais e da expressão da informação, ou seja, que sugere a utilização de recursos que vão além da abordagem oral, como é o caso das imagens/vídeos, estimulando deste modo, funções cerebrais e cognitivas.

Ainda a este respeito, Nunes (2014, p.147) afirma que manter o cérebro aprendendo, requer novas formas de ensinar, assim como também, de estimulações inovadoras, baseadas na formulação de melhores estratégias. Desta forma, o desafio maior da escola é justamente ir em busca de medidas que visem potencializar a inteligência de seus alunos, "tendo como objetivo o sucesso na conquista da aprendizagem", além disso, o autor salienta que várias pesquisas têm mostrado a necessária estimulação das variadas áreas do cérebro, uma vez que a própria aprendizagem humana e a educação tem uma estreita ligação com o órgão e, o mesmo, por sua vez, é em diversas ocasiões, moldado pelos estímulos do ambiente que nos cercam.

Conclusões e implicações

Neste trabalho buscou-se demonstrar, dentre outros fatores, como as imagens podem contribuir beneficentemente para processos que envolvem o ensino e a aprendizagem de conhecimentos ligados principalmente à disciplina de física. Todavia, vale ressaltar que para um bom aproveitamento das mesmas, é necessário planejamento e, também, saber dosar sua utilização.

Em outras palavras, não é indicado sobrecarregar seja qual for a atividade, com muitos elementos gráficos ou imagéticos em um único slide, por exemplo. Lieury (2001) deixa claro que a memória está diretamente ligada a aprendizagem, por esse motivo, é importante tomar cuidado com a

sobrecarga, para não comprometer o desempenho da mesma, uma vez que a sobrecarga pode prejudicar a memória e, conseqüentemente, a aprendizagem.

Para exemplificar, o autor cita a questão da utilização de mapas, salientando que é um erro pedagógico, portanto, editar mapas excessivamente ricos em informações. Neste sentido, a elaboração de um programa deve ser estruturado, considerando a capacidade média dos alunos. Ainda comentando a questão dos mapas, o autor afirma que jornalistas e profissionais da escrita e da televisão, entenderam o que muitos pedagogos ou elaboradores de programas não compreenderam: quando um acontecimento ocorre no mundo, os mesmos apresentam um mapa com muitos nomes e dados, semelhante a um atlas? A resposta, segundo ele é "não", uma vez que os mesmos exibem um mapa simples, contendo um número limitado de palavras (Lieury, 2001, p. 110-111)

Assim como o exemplo citado acima, quanto a associação de palavras (muitas) e dados como em alguns mapas, acredita-se que a utilização de imagens também deve ser planejada, a fim de apresentar, demonstrar e complementar informações que julguem viáveis ser representadas pelas mesmas, seja por meio de fotografias, vídeos, histórias em quadrinhos, pinturas, esquemas, gráficos, mapas, dentre outros.

Sendo assim, é indiscutível as contribuições que as imagens podem ocasionar em processos que envolvem o Ensino de Ciências, por isso, é importante que o professor busque constantemente se atualizar (formação continuada) quanto aos possíveis recursos que possam vir a ser utilizados, na medida que possibilitem a potencialização tanto dos processos de ensino quanto os de aprendizagem, como é o caso das imagens.

Para tal tarefa, muitas vezes é necessário a habilidade de lidar com recursos tecnológicos, tais como os usados durante este estudo, como: lousa digital, datashow, computador, softwares, internet, TV pendrive, dowlound e edição de vídeos, dentre outros. Entretanto, embora isso possa parecer um pouco trabalhoso e, em muitos casos, de fato é, os resultados deste trabalho demonstram que tais procedimentos são capazes de potencializar e dinamizar a prática pedagógica do professor, o que conseqüentemente, contribui para a aprendizagem dos alunos. Fernandes (2014) ao abordar a questão da utilização e codificação das imagens deixa bem claro, o papel do professor em prover a ressignificação das imagens utilizadas no Ensino de Ciências, questão esta, que se configura como crucial, uma vez que este processo de decodificação realizado pelo professor, incide diretamente nos processos de ensino e aprendizagem.

Referências bibliográficas

- Aumont, J. (1995). *A imagem*. Campinas: Editora Papirus.
- Costa, C. (2005). *Educação, Imagem e Mídias*. São Paulo: Editora Cortez.
- Fernandes, H. L. (2014). Decodificação fotográfica e ensino de ciências. Em C. I. C. Oliveira e L. H. P. Souza (Orgs.), *Imagens na educação em ciências* (p.23-34). Rio de Janeiro: Lamparina.

Fonseca, V. (2013). *Cognição, neuropsicologia e aprendizagem: abordagem neuropsicológica e psicopedagógica*. 6 ed. Petrópolis: Editora Vozes.

Hawking, S. (2009). *O universo numa casa de noz*. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira.

Lieury, A. (2001). *Memória e aproveitamento escolar*. São Paulo: Edições Loyola.

Meyer, P. (2002). *O olho e o cérebro*. São Paulo. Editora UNESP.

Moreira, M. A. (2011). *Metodologias de pesquisa em ensino*. São Paulo: Livraria da Física.

Nunes, C. (2014). Rede de energia. Em M. P. Relvas (Org.), *Que cérebro é esse que chegou à escola (p.12-37)*. Rio de Janeiro: Wak editora.

Paivio, A. (2014). *Mind and its evolution: A dual coding Theoretical approach*. New York: Psychology Press.

Sadoski, M. e Paivio, A. (2001). *Imagery and text: A dual coding theory of reading and writing*. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates.

Souza, L. H. P. (2014). Imagens científicas e ensino de ciências: a construção de representação simbólica a partir do referente real. Em C. I. C. Oliveira e L. H. P. Souza (Orgs.), *Imagens na educação em ciências (p.36-45)*. Rio de Janeiro: Lamparina.

Anexo 1.- Quadro síntese com a descrição das ações desenvolvidas

Aulas	Recursos utilizados	Temática abordada	Observações
1 ^a a 12 ^a	<ul style="list-style-type: none"> - Apresentação Oral; - Computador; - Datashow; - Vídeos; - Imagens estáticas - Internet/simulador - Lousa digital; - HQs; 	<ul style="list-style-type: none"> - Ondulatória e Estudo da Luz e suas múltiplas relações principalmente com: - Ondas mecânicas; - Ondas eletromagnéticas; - Propagação de ondas; - Produção da voz; - Audição humana; - Aparelho fonador; - Aparelho auditivo; - Fenômenos ondulatórios; - Tipos de lentes; - Doenças da visão; - Efeito <i>doppler</i>; - Ultrassons; - Infrassons; - Ondas de choque; - Detector de <i>tsunamis</i>; - Cores; - Fotorreceptores; - Cones e Bastonetes; - Física na medicina; - Dualidade onda-partícula; - Abordagem histórica da luz; - Dentre outras; 	<ul style="list-style-type: none"> - Na 2^a aula realizou-se o experimento: Fabrica de ondas; - Lousa digital: Foi usada na 5^a, 6^a e 8^a aulas; - A internet/simulador: Foi utilizada na 7^a aula;
13 ^a a 15 ^a	<ul style="list-style-type: none"> - TV Multimídia; - Quadro Negro; 	<ul style="list-style-type: none"> - Abordagem Matemática de ondulatória relacionando principalmente: - Velocidade de propagação; - Frequência; - Comprimento de Onda; - Amplitude; - Período; - Outras; 	<ul style="list-style-type: none"> - Nestas aulas foram discutidos e resolvidos questões, problemas e exercícios relacionados à ondulatória e luz, principalmente no que se refere a abordagem matemática;
16 ^a	<ul style="list-style-type: none"> - TV Multimídia; - Quadro Negro; 	<ul style="list-style-type: none"> - Revisão dos principais tópicos teóricos relacionados a ondulatória e luz; 	<ul style="list-style-type: none"> - Revisão teórica geral dos conteúdos abordados durante a sequência didática;
17 ^a	<ul style="list-style-type: none"> - Avaliação impressa 	<ul style="list-style-type: none"> - Verificação da aprendizagem 	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicação de uma avaliação com questões teóricas, com abordagem matemática e com imagens estáticas;
18 ^a	<ul style="list-style-type: none"> - Avaliação impressa aplicada; 	<ul style="list-style-type: none"> - Comentários sobre os resultados da avaliação 	<ul style="list-style-type: none"> - Este encontro foi marcado pela entrega das avaliações com os respectivos conceitos alcançados por cada aluno; Todos os alunos participaram na resolução conjunta das questões,

			principalmente, daquelas questões envolvendo as imagens; - Três alunos pediram para fazer uma prova de "recuperação", que foi aplicada na aula seguinte, argumentando querer aumentar "a nota" obtida;
19 ^a	- Avaliação impressa de Recuperação	- Aplicação da prova de recuperação, entrevista e despedida	- Nesta aula, dois alunos realizaram a prova de "recuperação"; - Foi neste encontro também, que alguns sujeitos foram entrevistados, buscando coletar dados para a pesquisa; - Por se tratar de apenas duas avaliações de recuperação, as mesmas foram corrigidas e devolvidas para os alunos ao final da aula; - A aula se encerrou com um "gostinho de saudades" sob o som de aplausos!

Anexo 2.- Questões aplicadas relacionadas às imagens presentes nos questionários.

QUESTIONÁRIO I ao VI

IDENTIFICAÇÃO: _____ DATA: _____

1) Você tem o hábito de jogar/utilizar jogos no computador ou celular?

- () Não
 () Sim, de 1 a 5 vezes por semana
 () Sim, de 5 a 10 vezes por semana
 () Sim, mais de 10 vezes por semana
 () Outra:

2) Para realização de atividades escolares é comum a leitura de textos. Neste sentido você prefere:

- () Textos sem imagens
 () Textos com poucas imagens
 () Textos com número médio de imagens
 () Texto bem ilustrado

3) E, quando você lê algum texto, por exemplo, você prefere:

- () Ler no celular
 () Ler no *Tablet*

- () Ler no computador
() Ler impresso
() Outro:
- 4) Você tem o hábito de assistir documentários pela TV?
() Não
() Sim, pelo menos 1 vez ao mês
() Sim, de 2 a 5 vezes no mês
() Sim, mais de 5 vezes ao mês
() Outra:
- 5) Durante a exposição de conceitos foram utilizados IMAGENS. Com relação a isso, indique a resposta que melhor representa sua opinião:
() Contribuíram para compreensão do fenômeno
() Contribuíram pouco para compreensão do fenômeno
() Não contribuíram para compreensão do fenômeno
() Outra:
- 6) Na sua opinião, quais as principais contribuições das cores apresentadas nas imagens utilizadas para ilustrar/mostrar conceitos abordados:
- 7) Durante as discussões sobre ondulatória, vimos alguns vídeos. Escreva quais as possíveis contribuições dos mesmos para a compreensão dos conceitos discutidos?
- 8) Discutimos alguns conceitos de ondulatória envolvendo a fala e audição, de forma a envolver a física e a biologia. Comente sobre os aspectos positivos E/OU negativos a respeito desta forma de abordagem interdisciplinar.
- 9) Durante um dos encontros, trabalhamos com um simulador (ondas mecânicas). Comente sobre as possíveis contribuições (ou não) do mesmo para compreensão de aspectos relacionados a ondulatória abordados por nós:
- 10) Na sua opinião, quais as principais contribuições da lousa digital para compreensão dos fenômenos abordados:
- 11) Durante a sequência didática, abordamos algumas características do som por meio de histórias em quadrinhos. Assinale as possíveis contribuições da mesma para abordagem/aprendizagem do conceito abordado:
() A HQ levou a reflexão do fenômeno de uma forma cômica
() Permitiu a reflexão acerca de características dos fenômenos
() Não contribuiu para aprendizagem
() Complementou conhecimentos discutidos oralmente
() Outra:
- 12) Ao abordar os conceitos utilizados usamos palavras (definições e explicações) seguidas, muito das vezes, por imagens (fotografias, animações, vídeos). O que você diria a respeito desta forma de abordar os conceitos?
- 13) Você acredita que uma imagem pode trazer informações mesmo sem trazer caracteres textuais? Tente justificar sua resposta:
- 14) Usando suas palavras, descreva de forma resumida sua opinião à respeito da (sequência didática) abordando ondulatória e óptica visão trabalhada por nós?

Anexo 3.- Entrevista

IDENTIFICAÇÃO: _____ DATA: _____

Durante nossos encontros foram utilizadas imagens visando contribuir para o aprendizado de conceitos de física. Como você dimensiona o papel das imagens neste processo?