

---

## METODOLOGIA NO ENSINO DE FÍSICA: QUAIS CONCEITOS PODEMOS ABORDAR AO CONSTRUIR UM FANTASMA DE PEPPER?

**Autores.** Luiz Antônio Bastos Bernardes; UEPG, [plabbernardes@gmail.com](mailto:plabbernardes@gmail.com). Gilvan Chaves Filho; UEPG, [chaves.gilvanfilho@gmail.com](mailto:chaves.gilvanfilho@gmail.com).

**Tema.** Eixo temático 3.

**Modalidade.** 1. Nível educacional. Ensino Médio.

**Resumo.** Neste trabalho, temos como objetivo ensinar conteúdos de Física como leis da reflexão e resistividade, através do estudo de um “Fantasma de Pepper”, utilizando-se aulas experimentais com contextualizações históricas e culturais. Nessas aulas utilizamos a Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel. As atividades das aulas estão contidas em dois cadernos didáticos: o do professor e o do aluno. Esses cadernos foram aplicados em uma turma de segundo ano do Ensino Médio no Colégio Agrícola Augusto Ribas, Ponta Grossa – PR, Brasil, em 2019. Para avaliar a aprendizagem dos alunos, foram aplicados questionários e produzidos mapas mentais. A análise qualitativa deste material foi realizada pelo software IRAMUTEQ e nos permite concluir que quase 2/3 dos alunos apresentaram indícios de aprendizagem significativa.

**Palavras-chave.** Fantasma de Pepper, Aprendizagem significativa, Leis da reflexão, Resistividade.

### Introdução

Este trabalho terá enfoque no desenvolvimento de uma metodologia de ensino para desencadear a aprendizagem significativa de alunos do Ensino Médio, com enfoque nos conceitos de Física necessários à compreensão do funcionamento de um Fantasma de Pepper, associando-o à holografia atual. Os principais conceitos trabalhados são os de: reflexão da luz e resistividade. Existem três grandes empecilhos para o ensino da Física: o primeiro é a falta de aulas de Ciências do Ensino Básico para cumprir os conteúdos propostos, criando um processo de ensino-aprendizagem falho de memorização de conteúdos (MENEGAZZO, 2011); o segundo é a falta de interesse dos alunos nas aulas (MENDES, COSTA e SOUZA, 2012); o terceiro é a dificuldade de assimilação dos conceitos de Física nas áreas de eletrodinâmica e óptica. Levantamos a hipótese de que levar para sala de aula problematizações interessantes pode facilitar a aprendizagem, propondo aulas com situações cotidianas, contextualizações históricas, atividades e experimentos. A correta compreensão do funcionamento de um holograma exige que os alunos desenvolvam habilidades próprias do “pensar e agir cientificamente” (MEDEIROS, 2006). Os objetivos do presente trabalho são desenvolver uma metodologia de ensino que propicie a aprendizagem significativa de conceitos físicos relacionados à compreensão de como se forma uma ilusão de óptica semelhante a um holograma; elaborar dois cadernos didático-pedagógicos; comprovar o desenvolvimento de subsunçores e da aprendizagem significativa.

### Referencial teórico

A metodologia de ensino explorada é a Teoria de Aprendizagem Significativa de David Ausubel. Essa teoria é bem atual, trazendo a ideia de atribuir significado a novos conhecimentos adquiridos pelo uso de conhecimentos prévios relevantes. Baseando-se nos trabalhos de (MOREIRA, 2013), podemos explicar os principais fatores que compõem essa teoria como: os subsunçores; os organizadores prévios; a aprendizagem mecânica e a significativa; a aprendizagem por recepção ou por

descoberta. Uma forma de verificar a aprendizagem significativa de um indivíduo é com a produção de mapas mentais e conceituais do tema trabalhado.

### Metodologia

Na confecção dos cadernos didáticos e das aulas propostas, utilizamos a teoria de aprendizagem significativa. Nela, um professor busca induzir em seus alunos uma aprendizagem significativa, tanto por recepção quanto por descoberta. Foram produzidos dois cadernos didáticos que estão de acordo com a teoria escolhida: o caderno do professor visa auxiliar com a aprendizagem por recepção; e o caderno do aluno visa auxiliar com a aprendizagem por descoberta. Acompanhando esses cadernos, produzimos um kit-experimental com os materiais necessários para executar os experimentos propostos. Os cadernos estão divididos em cinco capítulos: no primeiro, definimos o que é um holograma, considerando relações históricas; no segundo, realizamos a montagem de um Fantasma de Pepper simplificado e relatamos eventos do século XX e XXI que se apropriam dele; no terceiro, são propostos experimentos para a melhor compreensão da óptica envolvida no Fantasma de Pepper; no quarto, são propostos experimentos para a melhor compreensão da eletrodinâmica envolvida no Fantasma de Pepper; no quinto, são abordadas técnicas de holografia mais atuais e é proposta a criação de mapas mentais, para verificar os conhecimentos adquiridos pelos alunos no final do processo. O caderno didático do professor segue uma linha de aprendizagem por recepção, sugerindo uma organização de aulas expositivas com atividades e experimentos, realizados pelo professor com o auxílio dos alunos. O caderno didático do aluno segue uma linha de aprendizagem por descoberta, sugerindo aulas práticas em que os alunos realizam os experimentos e atividades. O professor, durante as aulas, deve ditar o ritmo de execução das atividades, incentivar a discussão, analisar os temas que estão sendo ensinados e tirar dúvidas quando necessário. No final, o aluno deverá montar uma versão do Fantasma de Pepper, também conhecido como “Monga, a Mulher Macaco”, e associá-lo em seu mapa mental aos conceitos apresentados durante as aulas.

A aplicação dos cadernos didáticos ocorreu entre os dias 20/09/2019 e 11/10/2019, em quatro aulas de 140 minutos cada. No primeiro dia foi introduzido o tema HOLOGRAMA e na sequência cada aluno produziu um mapa mental com os seus conhecimentos sobre o tema. Em seguida, foi diferenciado, através de explicações, atividades e contextualizações, um holograma de uma ilusão de óptica, estabelecendo que os estudos desenvolvidos nas aulas fossem voltados para uma ilusão de óptica chamada Fantasma de Pepper, muito similar a um holograma. Foi feita uma prática para compreender a importância da paralaxe na visualização de um holograma, montando um Fantasma de Pepper simplificado (Figura 1) com uma placa de acrílico e o celular. Através de um vídeo e atividades, outra versão do Fantasma de Pepper, conhecida como “Monga”, foi apresentada.

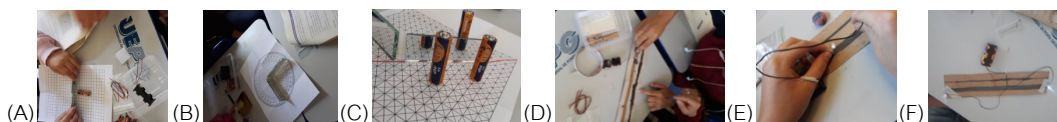
Figura 1. Fantasma de Pepper construído pelos alunos, em que um rato pendurado aparenta estar dançando na mesa.



Fonte. Própria.

Para compreender de forma completa o funcionamento do aparato conhecido como Monga, no segundo e terceiro dias foram propostas atividades experimentais e questionários organizadores, seguindo os roteiros do caderno didático e as orientações do professor. No segundo dia, foram feitos três experimentos de óptica utilizando espelhos planos, papel quadriculado e pilhas, (Figura 2-A), (Figura 2-B) e (Figura 2-C), desenvolvendo conceitos importantes para a compreensão do funcionamento da Monga. No terceiro dia, foi feito um experimento de eletrodinâmica com arranjos diferentes. Inicialmente, os alunos montaram um circuito elétrico utilizando tiras de papelão, fio condutor, pilhas, LEDs e tinta condutiva de grafite (Figura 2-D), (Figura 2-E) e (Figura 2-F), observando variações na luminosidade do LED. Esta variação também pode ser obtida com um componente eletrônico conhecido como potenciômetro, importante no funcionamento da Monga.

Figura 2. A, B e C: Experimentos de óptica realizados no segundo dia. D, E e F: Experimentos de eletrodinâmica realizados no terceiro dia.



Fonte. Própria.

No quarto dia, com um vídeo, os alunos puderam associar a Física presente no Fantasma de Pepper com as novas formas de produzir um holograma. Em seguida, produziram novos mapas mentais, que comparados com os mapas do primeiro dia, permitiam verificar os conceitos assimilados. Como fechamento os alunos montaram de uma “Mini-Monga” (Figura 4), com os materiais do kit-experimental e um potenciômetro, simulando o show da Monga.

Figura 4. “Mini-Monga” em processo de montagem pelos alunos.

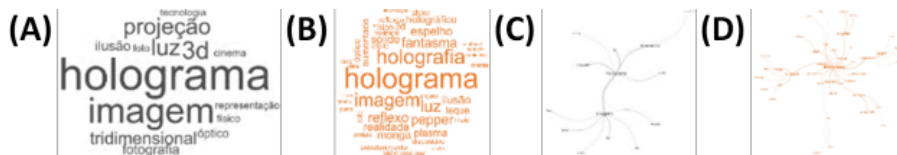


Fonte. Própria.

## Resultados e discussões

Com os mapas mentais produzidos pelos alunos e os questionários respondidos por eles, foi feita uma análise qualitativa utilizando o software IRAMUTEQ, a qual permitiu verificar a frequência de vezes que algumas palavras aparecem nos textos, gerando uma nuvem de palavras. Outra análise feita com o IRAMUTEQ foi a de similitude, relacionando as palavras de maior incidência e interligando-as, criando desta maneira junções/ramificações quando entre essas palavras existe alguma conexão e proximidade nos textos analisados. A espessura das ramificações é proporcional à intensidade da relação entre as palavras. Foram confeccionados: uma nuvem e um gráfico para cada capítulo do caderno; uma nuvem e um gráfico para o caderno inteiro; uma nuvem e um gráfico para os mapas prévios; e uma nuvem e um gráfico para os mapas finais. Através da análise e da comparação das nuvens e dos gráficos, podemos verificar indícios de uma aprendizagem significativa e a validade da metodologia utilizada. Na Figura 5 abaixo, estão as nuvens de palavras e os gráficos de similitude dos mapas da primeira aula e da última.

Figura 5. Em 5-A e 5-B, temos nuvens de palavras dos mapas mentais da primeira aula e última, respectivamente. Em 5-C e 5-D, temos gráficos de similitude dos mapas mentais da primeira aula e última, respectivamente.



Fonte. Própria.

### Conclusões

A metodologia utilizada engloba duas linhas de desenvolvimento diferentes, por recepção e por descoberta. Consideramos que o primeiro objetivo foi atingido, pois os cadernos didáticos do professor e do aluno foram produzidos. Ao analisar os mapas mentais, as nuvens de palavras e os gráficos de similitude, podemos constatar que o segundo objetivo foi parcialmente atingido, pois, ao contrário da maioria dos mapas, os mapas finais produzidos por 1/3 dos alunos não apresentavam novos subsunçores, hierarquização de conceitos e/ou relação entre os conceitos apresentados. Cabe ao professor desenvolver outras atividades potencialmente significativas que se apropriem dos subsunçores desenvolvidos como conhecimentos prévios. Foi notada uma mudança no comportamento dos alunos, que solicitaram propostas semelhantes com novos temas e em outras disciplinas. Essa reação demonstra não apenas uma aprendizagem, mas também uma mudança comportamental na busca por novos conhecimentos.

### Referências bibliográficas

- Medeiros, A.(2006). A história e a física do fantasma de pepper. Cad. Bras. Ens. Fís., v. 23, n. 3: p. 329-344, dez..
- Mendes, J.F.; Costa, I.F.; De Sousa, C.M.S.G.. (2012). O uso do software Modellus na integração entre conhecimentos teóricos e atividades experimentais de tópicos de mecânica. Rev.Bras.Ens.Fís., São Paulo, v. 34, n. 2, p. 1-9.
- Menegazzo, R.C.S. (2013). O sentido da visão e a ilusão de ótica: atividades complementares. X Educere: I SIRSSSE, 2011.
- Moreira, M. A. Aprendizagem significativa em mapas conceituais (Textos de apoio ao professor de física), ISSN 1807-2763; v. 24, n.6) – Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Física.