



HIPERMÍDIA NO ENSINO DE FÍSICA: PROMOVENDO APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DO EFEITO FOTOELÉTRICO

Wagner Pereira Lopes ¹, Fabrício Vieira Campos ², Karine de Assis Oliveira Soares ³

¹Instituto Federal de Goiás/ professorwpl@gmail.com

²Instituto Federal de Goiás / fabricio.campos@ifg.edu.br

³Instituto Federal de Goiás / assis.karine@gmail.com

Resumo:

Este artigo trata-se de um relato de experiência sobre a construção e aplicação de uma hipermídia para o ensino de física na terceira série do Ensino Médio. O trabalho teve como motivação inicial uma atividade da disciplina de Análise de Recursos Didáticos do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e Matemática do Instituto Federal de Goiás - Câmpus Jataí. O trabalho objetivou verificar como o sistema de hipermídia pode auxiliar no ensino de física e sua possibilidade em promover a aprendizagem significativa sobre o efeito fotoelétrico. A base teórica que norteou a construção e aplicação desse recurso foi a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel. A avaliação da aprendizagem ocorreu por meio da construção de mapas conceituais. Como resultado foi identificado que o recurso atingiu o objetivo, isto é, proporcionou o aprendizado do efeito fotoelétrico e seus principais elementos e características em parte dos alunos. Durante a aplicação e posteriormente a avaliação da aprendizagem realizada por meio da construção de mapas conceituais também foram identificadas dificuldades como dispersão na internet de alguns alunos e a utilização de outros materiais que não somente a hipermídia. Dos cinco mapas conceituais construídos, verificamos que em três há indícios de aprendizagem significativa dos respectivos autores.

Palavras-chave: Aprendizagem significativa, hipermídia, ensino de física, efeito fotoelétrico.

Introdução

A disciplina de física é considerada, pela maioria dos alunos, complicada por envolver conceitos físicos e matemáticos. Nesse sentido, com o objetivo de tornar essa área de conhecimento, no ensino médio, menos complexa, mais acessível e menos penosa aos alunos, é possível encontrar na literatura várias experiências de aulas envolvendo metodologias e instrumentos variados. A hipermídia é uma delas. Segundo Machado e Santos:

Na hipermídia, as informações podem ser apresentadas por meio de outras linguagens além da verbal, utilizando-se recursos gráficos, sonoros, interativos e de animação do computador para facilitar o entendimento da teoria e de exemplos, ilustrar e enriquecer o conteúdo, motivar a aprendizagem e tornar mais estimulante a resolução de problemas (MACHADO, SANTOS, 2004, p. 83).

Em um breve levantamento de artigos publicados sobre a utilização de hipermídia no processo de ensino/aprendizagem, foi possível verificar que ela tem sido utilizada em disciplinas como biologia, física, matemática e até mesmo na formação continuada de professores. Em nosso mapeamento, realizado na plataforma Scielo, procuramos artigos

publicados na área de educação e pesquisa educacional que continham como palavra-chave a palavra hipermídia. Como resultado foram encontrados sete trabalhos¹. Além disso, estes trabalhos apresentam metodologias de ensino que contribuem para a motivação do aprender. Também nos chama atenção nesta revisão bibliográfica o referencial teórico que, para a construção da hipermídia, utilizaram a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Paul Ausubel.

Neste trabalho, fruto da disciplina de Análise e Desenvolvimento de Recursos Didáticos para o Ensino de Ciências e Matemática do curso de Mestrado em Educação para a Ciências e Matemática do Instituto Federal de Goiás, desenvolvemos uma hipermídia a partir do conteúdo do efeito fotoelétrico com o objetivo de avaliar seu uso como potencializadora da aprendizagem significativa. O objetivo de nosso artigo é relatar o desenvolvimento, aplicação e resultados do produto. O conteúdo em questão faz parte do currículo da terceira série (3º ano) de Ensino Médio. Foi aplicada numa escola pública federal no curso técnico integrado ao Ensino Médio de Edificações, onde um dos autores deste trabalho atua como professor regular da turma.

A escolha do conteúdo se deu pelos seguintes fatores: a) trata-se de um conteúdo referente a uma série que um dos autores ministra a disciplina de Física; b) o conteúdo permite discutir a quebra do paradigma entre a visão de mundo da física clássica e física moderna; c) as diversas aplicações que estão espalhadas no dia a dia das pessoas e que são oriundas desse conhecimento, tais como: funcionamento da máquina fotográfica digital, acendimento automático das luzes dos postes das vias públicas e a abertura automática das portas dos *Shoppings Centers*.

A hipermídia foi desenvolvida utilizando a plataforma *Adobe Animate CC* e disponibilizada no formato *HTML5 Canvas*, que gera uma página de internet acessível por computador e/ou celular, necessitando apenas de um navegador de internet padrão. Dessa forma não seria necessário a instalação de nenhum aplicativo nos computadores e também possibilitou que os alunos tivessem acesso ao conteúdo fora do horário de aula.

Teoria da aprendizagem significativa

Para o desenvolvimento de nossa sequência didática, usamos como pressupostos teórico a Teoria da Aprendizagem Significativa, proposta pelo psicólogo da educação David

¹ Revisão de literatura realizada em 07 de janeiro de 2019. Teve como resultado os seguintes trabalhos: Foresti (1997); Rezende e Cola (2004); Machado e Santos (2004); Machado e Nardi (2006); Abegg, Bastos e Muller (2010); Struchiner, Ricciardi e Giannela (2006); Heckler, Saraiva e Oliveira (2007).

Paul Ausubel. Nela, defende-se uma aprendizagem baseada nos conceitos preexistentes na estrutura cognitiva do aluno, chamados de subsunçores, que servirão de base para ancorar um novo conhecimento. Caso o aluno não possua os subsunçores é necessário organizar um material que possa sanar as dificuldades que o aluno possa demonstrar. Em linhas gerais, o sujeito que aprende modifica os significados dos conhecimentos que ele já possuía, aprendendo de forma significativa. No contexto da sala de aula, é importante promover a relação entre o conhecimento preexistente e o conteúdo que está sendo ensinado para que seja considerado aquilo que o aluno traz como bagagem de suas vivências para a sala de aula. Diferentemente do ensino tradicional, que privilegia a memorização e o conteúdo, a aprendizagem significativa fixa os conteúdos de forma eficaz ao relacioná-los com as bagagens de conhecimentos dos alunos (RORATTO, NOGUEIRA E KATO, 2010).

Sendo assim, nossa sequência didática, alinhada com a Teoria da Aprendizagem Significativa, foi elaborada visando conhecer, primeiramente, os conhecimentos prévios dos alunos sobre temas que se correlacionam com o conteúdo proposto para então, posteriormente, construirmos a hiperfídia.

Teoria dos mapas conceituais

Os mapas conceituais são uma técnica desenvolvida na década de setenta pelo educador americano Joseph Novak. Eles são concebidos como um meio para evidenciar “[...] significados atribuídos a conceitos e relações entre conceitos no contexto de um corpo de conhecimentos, de uma disciplina ou matéria de ensino [...]” (MOREIRA, 2012, p. 196).

Segundo Souza e Boruchovitch (2010, p. 3) a utilização de mapas conceituais vincula-se a uma concepção de educação que possui as seguintes características:

- a) é centrado no aluno e não no professor;
- b) atende ao desenvolvimento de destrezas e não se conforma com apenas repetições memorísticas de informações por parte dos estudantes;
- c) pretende o desenvolvimento harmonioso de todas as dimensões da pessoa e não apenas as intelectuais

A utilização de mapas conceituais possibilitam que os professores visualizem as conexões que os alunos fazem de determinados conceitos para, assim, viabilizar a reconstrução do aprendizado adquirido .

Mapas conceituais devem ser explicados por quem os faz; ao explicá-lo, a pessoa externaliza significados. Reside aí o maior valor de um mapa conceitual. É claro que a externalização de significados pode ser obtida de outras maneiras, porém mapas conceituais são particularmente adequados a essa finalidade (MOREIRA, 2012, p.2).

É importante que os alunos possam explicar como seus mapas foram elaborados e

construídos para que, nessa exposição, o professor compreenda todos os significados atribuídos pelos alunos. Nesse sentido, para verificarmos a efetividade da hipermídia construída na perspectiva da aprendizagem, foi proposto aos alunos que construíssem mapas conceituais com base nos conteúdos que fora disponibilizado na hipermídia e, posteriormente, os apresentasse em sala de aula.

Metodologia

A turma onde foi aplicada a hipermídia é composta por 24 alunos. Desse total, 19 alunos participaram do primeiro momento e 12 no segundo momento. O motivo pelo qual tivemos o número reduzido de alunos na segunda etapa foi vinculado ao fato de que nesse dia a maioria dos alunos dessa turma estava envolvida em outra atividade na escola. A atividade que será descrita neste artigo se desenvolveu em dois dias, isto é, em duas aulas de uma hora e meia cada.

Diagnóstico

Com o objetivo de verificar os conceitos preexistente que os alunos possuíam para, na sequência, iniciarmos a elaboração do conteúdo da hipermídia, elaboramos um questionário com nove perguntas abertas a respeito dos conceitos sobre o efeito fotoelétrico. O questionário foi aplicado um mês antes da aplicação da hipermídia. Dentre esses conceitos estavam o de luz, onda eletromagnética, corrente elétrica, fóton e a estrutura do átomo.

Essa etapa foi fundamental para podermos identificar que os alunos já possuíam o entendimento necessário sobre ondas e a estrutura do átomo. Também identificamos que os alunos não tinham clareza sobre a diferença entre a física clássica e a física moderna, e não conseguiram relacionar os principais personagens da física com o fenômeno a ser estudado.

Entendemos que o resultado do questionário representa as aulas anteriores que foram ministradas pelo professor regente, isto é, o responsável pela disciplina de física na sala. O professor trabalhou, logo no início do ano letivo, os conteúdos: elementos de uma onda qualquer, natureza da luz e espectro eletromagnético das radiações dando destaque para a radiação visível.

Construção da hipermídia

Já tendo o conteúdo e objetivos definidos para a construção da hipermídia, conforme descrito anteriormente, o próximo passo foi reunir literatura sobre o tema para construirmos o conteúdo que estariam disponíveis na hipermídia. Nosso objetivo foi realizar um estudo sobre

o tema para na sequência elaborarmos os textos que iriam para a hipermídia. Dentre os textos consultados destacamos: Oliveira (2005); Brennan (2000), Cavalcante; Souza; Tavolaro; Muzinatti (2002); Hewitt (2002). Estes textos nos permitiram definir os elementos que iriam compor a hipermídia: Contexto Histórico da descoberta, o Efeito fotoelétrico e Aplicações do Efeito fotoelétrico.

A tecnologia escolhida foi a *Adobe Animate CC*, que como definido pela própria criadora é uma substituta da tecnologia *Flash*, que possui diversas melhorias como a possibilidade de criação de animações para a internet que utilizam a tecnologia *HTML5 Canvas*. Este recurso se torna bastante interessante, uma vez que o *HTML5 Canvas* não necessita da instalação de nenhum software adicional no computador ou celular de quem está utilizando. Nesse sentido Silva (2012) diz:

as escolhas feitas no planejamento levem à elaboração de materiais que possam ser incorporados em diferentes contextos (reusabilidade), acessados de diferentes lugares, e que independam do número de usuários (acessibilidade), da plataforma utilizada e de mudanças decorrentes de alterações de versão de softwares ou que necessitem de atualizações (interoperabilidade e durabilidade) (SILVA, 2012. p. 874)

Durante o processo de criação, foram produzidas duas propostas de hipermídia, a primeira proposta do ambiente da hipermídia se baseou na ideia de se ter um modelo de laboratório com diversos objetos e alguns personagens que iriam permitir a navegação do usuário pelo caminho que desejasse. A Figura 1 demonstra a primeira proposta.

Na figura 2, apresentamos a tela interna da primeira proposta de hipermídia elaborada. Ela foi desenhada de forma que na barra lateral o aluno tivesse acesso a todas as opções disponíveis na plataforma. Na parte superior foi inserido o título da hipermídia e o título do assunto abordado na seção corrente. Foram inseridos os botões de próximo, e voltar além de uma explicação “parte 1” quando o texto tinha mais de uma página. Também foi pensado em incluir um áudio com a fala do texto, no entanto a qualidade do áudio gravado para testes não ficou satisfatória e não havia disponível equipamento que permitissem a gravação com qualidade, optamos por não incluir este recurso.



Figura 1: Primeira tela de hipermídia proposta inicialmente



Figura 2: Tela interna da hipermídia proposta inicialmente

No menu lateral, foram incluídos todos os links que o aluno tinha acesso na página inicial, em tamanho reduzido, e em ordem aleatória para que o aluno escolhesse o caminho a percorrer. No entanto percebemos que a utilização de símbolos não possuía associação com os conteúdos relevantes da proposta, eram apenas alegóricos. Esta primeira proposta está disponível no endereço eletrônico: <https://www.fabriciocampos.com/hipermidia5> para acesso.

Após finalizada esta versão realizamos nossa própria avaliação e submetemos aos professores da disciplina para uma primeira avaliação. Essa proposta não foi aprovada pelos autores deste artigo tendo em vista que:

- teríamos dificuldades em associar as ilustrações do laboratório com os assuntos da hipermídia;
- não apresentava de forma clara todas as possibilidades de navegação. Os ícones ficavam soltos na página inicial;
- a dificuldade de navegação nos conteúdos dentro do mesmo tópico, uma vez que não fica claro a quantidade de conteúdo disponibilizado.

Sendo assim, passamos para o desenvolvimento da segunda proposta de ambiente, que não utiliza símbolos para guiar o aluno, mas textos descritivos dos conteúdos a serem visualizados.

Nesta nova proposta, foi pensada a utilização de cores que permitissem o contraste para facilitar a leitura da interface e também na criação de uma hierarquia de conteúdo. Para essa hierarquia dispusemos os conteúdos em dois níveis: um nível geral que permanece na hipermídia a todo o momento, e um nível secundário que aparece somente quando o aluno entra na seção específica.

Nesta interface, demonstrada na figura 3, foi oferecida uma trilha que poderia ser seguida sempre ao clicar no botão próximo ou voltar chegando até o final de todo o conteúdo

com estas duas opções. Entretanto o aluno também poderia escolher alguma seção e seguir a trilha que desejasse, através do *menu* superior com as seções principais. Tais seções referem-se aos elementos que seriam abordados e foram dispostos da seguinte forma: Objetivos da hipermídia, Introdução, Efeito Fotoelétrico e Aplicações; também incluímos a seção “É preciso saber” com itens que os alunos demonstraram pouco conhecimento no questionário de diagnóstico e que poderiam auxiliá-los em caso de dúvidas durante a navegação.

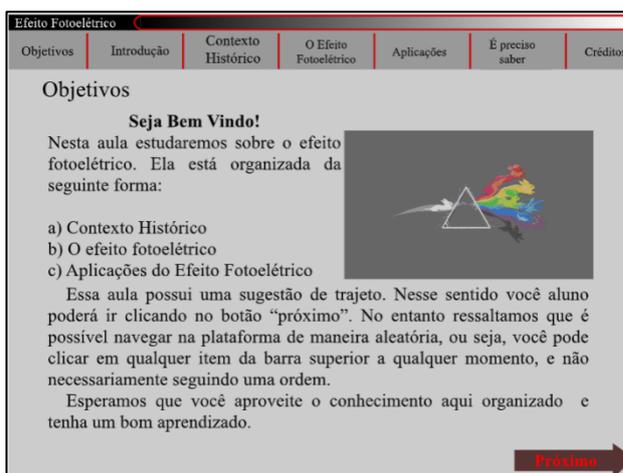


Figura 3 - Parte da hipermídia elaborada

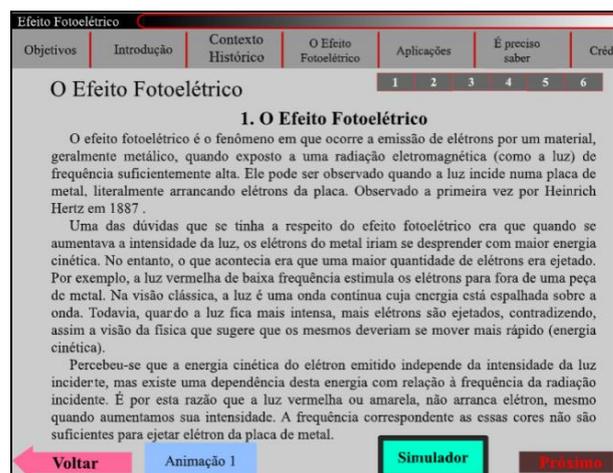


Figura 4 - Parte da hipermídia elaborada 2

Com esta estrutura a navegação e conteúdos conseguimos criar uma estrutura que permitiu ao aluno a liberdade de escolher qual conteúdo desejasse estudar, quanto também criamos uma estrutura de navegação que guia o aluno por um caminho pré-determinado. Neste sentido, Silva (2012) diz:

Um aspecto que precisa ser destacado é que a hipermídia voltada para fins educacionais assume características distintas daquela voltada para outros fins porque há uma intenção de guiar o aluno em uma navegação por um documento voltado para um dado domínio de conhecimento. Ou seja, é importante dar possibilidades de se percorrer o material por diferentes caminhos, mas não é desejável que o aluno se perca e nem se distancie do que está sendo discutido. Assim, é preciso definir também uma arquitetura de navegação que permita uma navegação de maneira não linear, mas com o cuidado de evitar a desorientação e as explorações aleatórias na internet (SILVA, 2012, p. 873)

Além dos textos, incluímos também links para vídeos disponíveis na plataforma do Youtube que abordavam o efeito fotoelétrico. Todos os vídeos possuem menos de 10 minutos, e tem uma linguagem de fácil entendimento para os alunos. Além deles, foi disponibilizado o link para o simulador do efeito fotoelétrico elaborado por Romero Tavares e Mariel Andrade para o projeto Rede Interativa Virtual de Educação (Rived²) e disponibilizado na página pessoal do professor Romero³. Para melhor uso do simulador foram incluídas duas seções

² Disponível em <http://rived.mec.gov.br/>

³ Disponível

com orientações: a primeira buscou demonstrar os elementos da interface e a segunda uma sugestão de uso para que o aluno realizasse um primeiro experimento.

Na figura 4, observamos praticamente todos os elementos escolhidos para este projeto. Na parte superior o título do assunto abordado, efeito fotoelétrico, em destaque e que permanece presente a todo o momento da navegação. Logo abaixo, destacamos as seções disponíveis para navegação, que também acompanham o aluno a todo momento. Na parte inferior encontramos os botões de navegação próxima e voltar, sempre dispostos neste local, para melhor visualização do aluno.

Abaixo do menu de navegação, incluímos o título da seção em que o aluno se encontra e logo abaixo um subtítulo do conteúdo que está em apresentação com uma numeração. Esta numeração refere-se ao que chamamos de menu de segundo nível, que pode ser identificado pelas numerações “1,2,3,4,5,6” apresentadas na figura 4. Assim, o aluno pode navegar entre cada conteúdo das seções pelos números ou então seguir pelos botões próximo e voltar. A hipermídia está disponível no endereço eletrônico: <https://www.fabriciocampos.com/hipermidia> sendo este o endereço utilizado para aplicação em sala de aula.

Realizando uma comparação entre as duas interfaces, identificamos que a segunda proposta atende melhor uma vez que a utilização de textos nas seções facilitou a identificação e a criação de um menu de segundo nível permite ao aluno navegar na ordem em que desejar, atendendo a característica da hipermídia.

Aplicação da hipermídia

A aplicação do nosso recurso didático ocorreu em dois momentos, um de manuseio da hipermídia, e outro de apresentação dos mapas conceituais elaborados. O primeiro momento foi uma aula de uma hora e trinta minutos de duração, no laboratório de informática da instituição, sendo organizada para que nesse período os alunos conhecessem o ambiente da hipermídia por meio de link que foi disponibilizado. Em seguida os alunos foram orientados que poderiam acessar os vários tópicos da forma e ordem que julgassem melhor. Durante essa etapa, que durou aproximadamente 60 minutos, os alunos manusearam a hipermídia. Percebemos que houve diversidade na forma de acesso. Alguns alunos se dedicaram aos textos, outros aos vídeos e outros ao simulador. Também foi possível perceber diálogos entre os alunos sobre o conteúdo.

Nos trinta minutos finais, da primeira aula, realizamos uma rápida explicação sobre mapas conceituais onde apresentamos alguns modelos. A turma relatou que já havia construído mapas em outras disciplinas, eles já conheciam essa ferramenta. Os alunos foram orientados que deveriam, a partir do manuseio da hipermídia, relacionar os conteúdos aprendidos em forma de mapas conceituais. Esta atividade poderia ser realizada em grupos de no máximo três integrantes. Os mapas conceituais foram construídos fora do momento da aula, em outro horário. Disponibilizamos o link de acesso a hipermídia aos alunos, para que, fora do ambiente do laboratório de informática da escola, pudessem acessar novamente quantas vezes quisessem.

A segunda aula ocorreu na semana seguinte ao manuseio da hipermídia e também teve a duração de uma hora e trinta minutos. Neste momento os alunos apresentaram os mapas conceituais ao restante da turma, e também esclareceram as questões levantadas pelos pesquisadores. Nesta segunda aula foram apresentados cinco mapas conceituais.

Resultados

Os resultados relatados neste trabalho tiveram como base os objetivos estabelecidos no momento da construção da hipermídia e que foram representado na produção e apresentação dos mapas conceituais pelos alunos.

Como instrumento de avaliação da aprendizagem, mapas conceituais podem ser usados para obter uma visualização da organização conceitual que o aprendiz atribui a um dado conhecimento. Trata-se basicamente de uma técnica não tradicional de avaliação que busca informações sobre os significados e relações significativas entre conceitos-chave da matéria de ensino segundo o ponto de vista do aluno. É mais apropriada para uma avaliação qualitativa, formativa, da aprendizagem (MOREIRA, 2012, p. 5)

A avaliação da aplicação da hipermídia, na perspectiva da aprendizagem do conteúdo, aconteceu por meio da construção de mapas conceituais seguido de diálogos entre os pesquisadores e os alunos. No momento da apresentação dos mapas, foi possível dialogar com os alunos a compreensão do conteúdo que puderam obter a partir do manuseio da hipermídia. Foram apresentados cinco mapas conceituais. Desses, um foi construído utilizando outras fontes de pesquisa/informação. Ao ser questionado, o aluno informou que usou a plataforma de pesquisa do Google. Um segundo mapa conceitual, foi construído a partir da hipermídia e de outros sites, onde o aluno utilizou à hipermídia e consultou outros sites que encontrou a partir do mecanismo de busca do Google. Acreditamos que o ocorrido

pode ser justificado por dois motivos: o aluno não compreendeu a proposta da atividade solicitada ou o fato da atividade ter sido feita fora do horário de aula. Os outros três grupos relataram ter construído seus mapas conceituais somente a partir da utilização da hipermídia.

Nos mapas construídos utilizando apenas o conteúdo da hipermídia como referencial foi possível perceber a compreensão do paradigma da física clássica e moderna, também apareceram os personagens e aplicações do efeito fotoelétrico.

A figura 5 foi elaborada pelos alunos, em que é possível perceber a divisão da física clássica e a física moderna, sendo esta a principal divisão. Neste mapa encontramos nove personagens relacionado ao histórico, e a partir de Albert Einstein conceitos relacionados ao efeito fotoelétrico. No entanto, os alunos erraram ao associar alguns personagens relacionados a física clássica, como sendo pertencente a física moderna, podemos citar Phillipp Leonard, que foi assistente de Hertz, e está associado no mapa, como sendo da física moderna.

No mapa da figura 6 notamos a divisão entre física clássica e física moderna em destaque, também identificamos três personagens envolvidos no fenômeno. Na parte da física moderna encontramos conceitos relacionados à quantização da energia, emissão de elétrons. Destacamos ainda a presença de símbolos para exemplificar conteúdos existentes na hipermídia, sendo o prêmio Nobel de Einstein representado pelo “troféu” ao lado direito da figura.

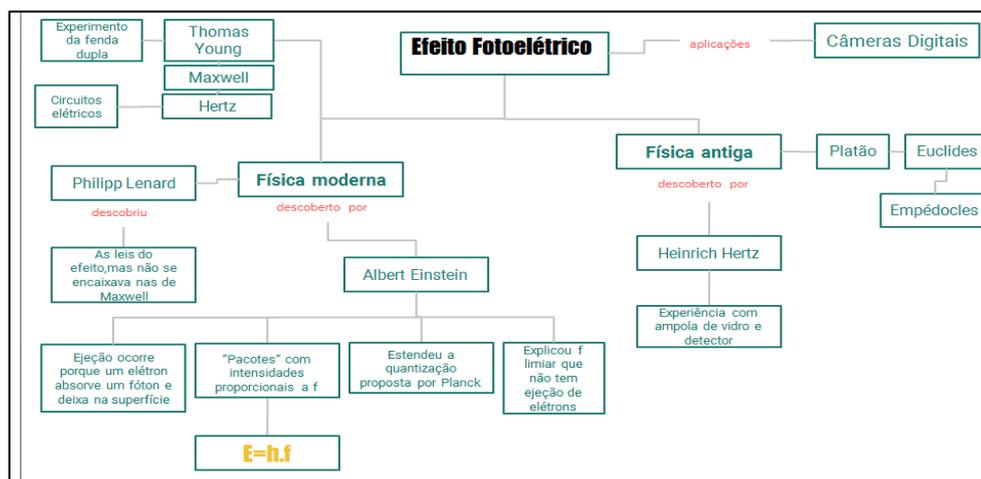


Figura 5 – Mapa Conceitual 1

Figura 7 - Mapa conceitual 3

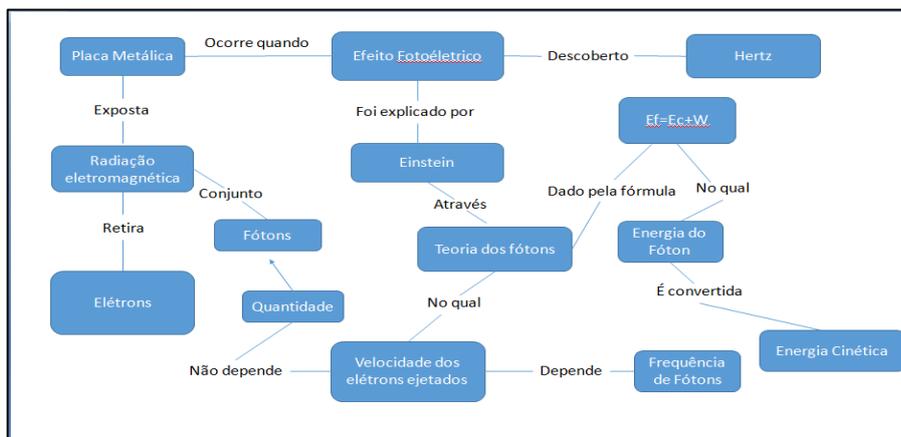


Figura 8 - Mapa conceitual 4

A figura 9 apresenta três ramificações, sendo uma para o que é o efeito fotoelétrico, uma para a interpretação de Einstein e outra, a descoberta do fenômeno por Hertz. O mesmo possui uma interpretação diferente dos conteúdos disponibilizados na hipermídia, e também é o mais diferente entre todos os demais. Ao ser questionado sobre a consulta da hipermídia ou a outros sites, o aluno deu como explicação que havia elaborado o mapa há poucos minutos antes da atividade de socialização dos mapas conceituais, e que não havia se baseado na hipermídia.

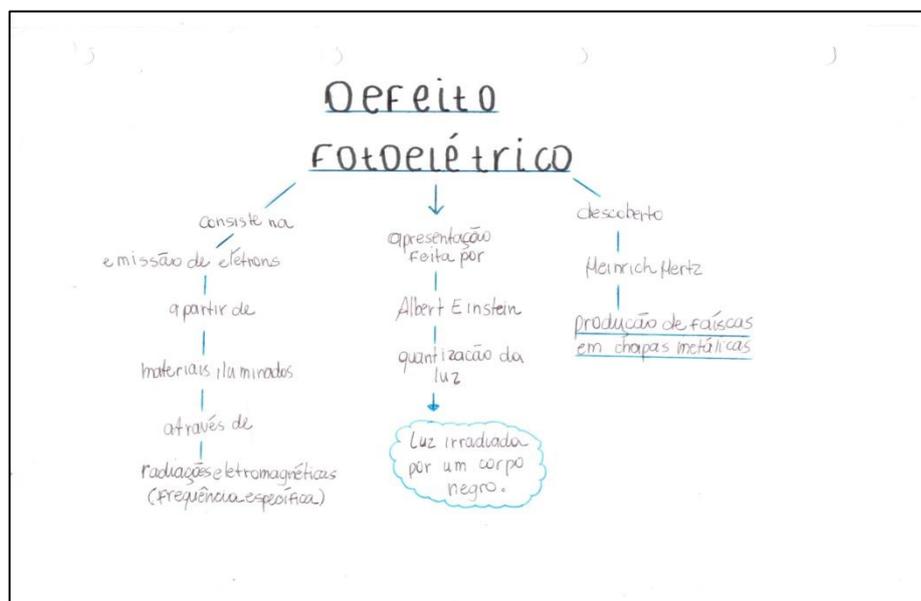


Figura 9 - mapa conceitual 5

Percebemos que entre os mapas que foram elaborados exclusivamente apenas com a ajuda da hipermídia, figura 5, 6 e 7, ficou clara a discussão do efeito fotoelétrico na visão da física moderna e da física clássica, também foi possível notar que o que é o efeito em si ficou

bem definido para os alunos uma vez que é possível visualizar o conceito como um elemento do mapa, e também durante a apresentação os mesmos relataram o conceito do efeito fotoelétrico. Já os personagens envolvidos houve o destaque para Hertz e Einstein, sendo que personagens como Planck não foi mencionado. Analisando também a aplicação do efeito fotoelétrico, notamos que somente um dos mapas menciona esse item.

Durante a socialização dos mapas conceituais, foi observado pelos pesquisadores diálogos, troca de opiniões e ajuda entre os alunos. Houve uma interação entre os alunos da turma durante a navegação pela hipermídia. Ressaltamos que a instituição onde esses alunos estudam disponibiliza internet gratuita a todos os alunos regularmente matriculados pelos canais de smartphome, tablets e notebook.

Considerações Finais

Retomando os três objetivos que motivaram a construção e a aplicação da hipermídia sobre efeito fotoelétrico, isto é, a compreensão do fenômeno, o contexto histórico quando ocorreu a sua melhor explicação e suas aplicações nos diversos mecanismos do dia a dia, analisamos os mapas e suas respectivas apresentações realizadas pelos alunos da turma.

De uma maneira geral, os mapas apresentados pelos alunos traziam a percepção de que o conceito do efeito fotoelétrico foi compreendido, e que haviam diversos personagens históricos envolvidos no processo.

No que diz respeito a compreensão do contexto histórico, a quebra de paradigma da natureza da luz, os personagens principais envolvidos numa explicação satisfatória para o fenômeno estudado aparecem com clareza em dois mapas. Por fim, entendemos que o fenômeno fotoelétrico foi compreendido pelos alunos que fizeram uso do recurso da hipermídia.

Durante o uso da hipermídia nos chamou a atenção o fato de que os alunos não tiveram nenhuma dificuldade de navegação na sua estrutura, uma vez que não houve nenhuma pergunta sobre como usá-la, ou sobre os menus de primeiro e segundo nível. Já sobre a proposta de avaliação, os alunos já conheciam os mapas conceituais, o que facilitou sua construção. Também percebemos mapas bem elaborados, e relacionados com o conteúdo disponibilizado na hipermídia.

No entanto, a elaboração dos mapas fora da aula fez com que os alunos consultassem outros recursos disponíveis na internet que não estavam sugeridos, e dificultando assim a verificação da eficácia de nosso produto. Analisando essa questão entendemos que a

quantidade de objetivos e o tempo de aula não seriam suficientes para manusear a hipermídia e executar a avaliação, necessitando uma revisão dos mesmos e conseqüentemente uma adequação do conteúdo para que seja possível o manuseio e avaliação em um mesmo espaço de tempo.

Já a escolha da tecnologia HTML5 Canvas, e do software para a elaboração do produto se mostraram acertados pela qualidade gráfica final, pela facilidade de uso pelos alunos que já tinham facilidade de uso da internet, e também da facilidade de disponibilização na internet e de acesso nos computadores, uma vez que não foi necessária a instalação de nenhum programa adicional para seu uso.

Referências

ABEGG, Ilse; BASTOS, Fábio da Purificação de; MÜLLER, Felipe Martins. Ensino-aprendizagem colaborativo mediado pelo Wiki do Moodle. **Educar em Revista**, [s.l.], n. 38, p.205-218, dez. 2010. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0104-40602010000300014>.

BRENNAN, Richard P. **GIGANTES DA FÍSICA: Uma história da física moderna através de oito biografias**. Rio de Janeiro: Zahar, 2000.

CAVALCANTE, Maria Almeida; SOUZA, Dione Fagundes de; TAVOLARO, Cristiane Rodrigues Caetano; MUZINATTI, João. Uma aula sobre o Efeito Fotoelétrico no Desenvolvimento de Competências e Habilidades. **Física na Escola**, Brasil, v. 3, n. 1, p.24-29, 2002.

EFEITO Fotoelétrico - O Nobel de Einstein. Realização de Universo Narrado.

Intérpretes: Felipe Guisoli. 2018. (254 min.), son., color. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=I9WG6IWpc20&feature=youtu.be>>. Acesso em: 27 mar. 2019.

FORESTI, MiríamCelí Pimentel Porto. Formação continuada de docentes na universidade: protótipo de um sistema hipermídia de educação à distância. **Interface - Comunicação, Saúde, Educação**, [s.l.], v. 1, n. 1, p.205-206, ago. 1997. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1414-32831997000200020>.

HECKLER, Valmir; SARAIVA, Maria de Fátima Oliveira; OLIVEIRA, Kepler de Souza. Uso de simuladores, imagens e animações como ferramentas auxiliares no ensino/aprendizagem de óptica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 29, n. 2, p.267-273, 2007.

HEWITT, Paul G. **Física Conceitual**. 9. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002. 685 p. Tradução: Triesti Freire Ricci e Maria Helena Gravina.

MACHADO, D.i.; NARDI, R. Construção de conceitos de física moderna e sobre a natureza da ciência com o suporte da hipermídia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [s.l.], v. 28,

n. 4, p.473-485, 2006. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1806-11172006000400010>.

MACHADO, Daniel Iria; SANTOS, Plácida L. V. Amorim da Costa. Avaliação da Hipermídia no processo de ensino e aprendizagem da Física: o caso da gravitação. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 10, n. 1, p.75-100, 2004.

MOREIRA, Marco Antonio. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa**. Porto Alegre, 2012. Disponível em: <<http://moreira.if.ufrgs.br/>>. Acesso em 17 maio. 2019.

O EFEITO Fotoelétrico Explicado (O Nobel de Einstein). Realização de Ciência Todo Dia. Intérpretes: Pedro Loos. Música: Adolfo Scheidt (<http://bit.ly/23mppae>). 2018. (482 min.), son., color. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=USGENeYkBd4&feature=youtu.be>>. Acesso em: 27 mar. 2019.

OLIVEIRA, Ivan S.. **Física Moderna: para iniciados, interessados e aficionados**. São Paulo: Livraria da Física, 2005.

PIETROCOLA, Maurício et al. **Física em Contextos**. São Paulo: Editora do Brasil, 2018. 288 p. 3 v. (Coleção física em contextos).

REZENDE, Flavia; COLA, Cláudio dos Santos Dias. HIPERMÍDIA NA EDUCAÇÃO: FLEXIBILIDADE COGNITIVA, ITNTERDISCIPLINARIDADE E COMPLEXIDADE. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (belo Horizonte)**, [s.l.], v. 6, n. 2, p.94-104, dez. 2004. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21172004060203>

RORATTO, Cauê; NOGUEIRA, Cléia Maria Ignatius; KATO, Lílían Akemi. Índícios da Aprendizagem Significativa Mediante o Uso de uma Sequencia Didática Fundamentada na História das Funções. Anais. **V Colóquio de História e Tecnologia no Ensino da Matemática, Recife**, p.1-12, 26 jul. 2010. Disponível em: <<http://www.lematec.net.br/CDS/HTEM10/pdfs/C27.pdf>>. Acesso em: 17 maio 2019.

SILVA, Tatiana da. Um jeito de fazer hipermídia para o ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [s.l.], v. 29, p.864-890, 15 out. 2012. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7941.2012v29nesp2p864>. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2012v29nesp2p864>>. Acesso em: 27 mar. 2019.

SOUZA, Nadia Aparecida de; BORUCHOVITCH, Evely. Mapas conceituais: estratégia de ensino/aprendizagem e ferramenta avaliativa. **Educação em Revista**, [s.l.], v. 26, n. 3, p.195-217, dez. 2010. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-46982010000300010>.

STRUCHINER, Miriam; RICCIARDI, Regina Maria Vieira; GIANELLA, Taís Rabetti. Construção e reconstrução de um sistema hipermídia sobre anticorpos monoclonais com base na estrutura cognitiva do especialista de conteúdo. **Ciência & Educação (bauru)**, [s.l.], v. 12, n. 3, p.247-260, dez. 2006. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1516-73132006000300001>.

TEMA 01 - Luz | **Experimentos - Efeito fotoelétrico**. Produção de Física Universitária.
Intérpretes: Claudio Furukawa. 2016. (174 min.), son. color. Disponível em:
<<https://www.youtube.com/watch?v=VVka6Mp5vyA&feature=youtu.be>>. Acesso em: 27
mar. 2019

TORRES, Carlos Magno; FERRARO, Nicolau Gilberto; SOARES, Paulo Antônio de Toledo.
Física: Ciência e Tecnologia. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2010. 360 p.