



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JULIO DE MESQUITA FILHO"
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS
EXATAS**



Trabalho de Conclusão de Curso

Curso de Graduação em Física

**CINE FÍSICA: ESTUDO DE VÍDEOS E FILMES E POSSIBILIDADES PARA O
ENSINO DE FÍSICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA**

Rachel Deboni Papa

Prof.Dr. Eugenio Maria de França Ramos

(orientador)

Rio Claro – SP

2015

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Campus de Rio Claro

RACHEL DEBONI PAPA

CINE FÍSICA: ESTUDO DE VÍDEOS E FILMES E
POSSIBILIDADES PARA O ENSINO DE FÍSICA NA
EDUCAÇÃO BÁSICA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas -
Campus de Rio Claro, da Universidade
Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, para
obtenção do grau de Licenciado em Física.

Rio Claro – SP
2015

530.07 Papa, Rachel Deboni
P213c Cine Física: estudo de vídeos e filmes e possibilidades
para o ensino de física na educação básica / Rachel Deboni
Papa. - Rio Claro, 2016
64 f. : il., figs., fots.

Trabalho de conclusão de curso (Física) - Universidade
Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Orientador: Eugenio Maria de França Ramos

1. Física – Estudo e ensino. 2. Eletromagnetismo. I.
Título.

RACHEL DEBONI PAPA

CINE FÍSICA: ESTUDO DE VÍDEOS E FILMES E
POSSIBILIDADES PARA O ENSINO DE FÍSICA NA
EDUCAÇÃO BÁSICA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas -
Câmpus de Rio Claro, da Universidade
Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, para
obtenção do grau de Licenciado em Física.

Comissão Examinadora

Eugenio Maria de França Ramos (orientador)

Roberto Hessel

João Eduardo Fernandes Ramos

Maria Antonia Ramos de Azevedo (suplente)

Rio Claro, 6 de janeiro de 2016

Assinatura do(a) aluno(a)

assinatura do(a) orientador(a)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer aos meus pais, Mara e Maurilio, pela educação de qualidade que me ofereceram e por todo apoio que me deram ao longo da graduação, principalmente financeiramente.

Aos meus irmãos, Junior e Henrique, e minhas respectivas cunhadas, Amanda e Patricia, pelos conselhos e apoio sempre que foi necessário.

Aos meus dois sobrinhos lindos, Gabriel e Pedro, que nasceram no período da minha graduação e trouxeram muita alegria nos meus finais de semana.

Ao meu namorado, Caio, que esteve sempre presente, tanto nos bons e maus momentos, sempre apoiando e aconselhando.

As minhas grandes amigas de Americana, Giovana Lima e Mariane Alves, que carrego com muito carinho desde meu Ensino Médio.

Ao grande amigo Fabio Alberguini, que percorreu essa longa e louca caminhada da graduação junto comigo, desde 2010.

Aos meus amigos de 2010, Ana Maria Marinello e Oaní Silva. Ana por ter sido a primeira pessoa por quem me senti realmente acolhida nessa cidade e universidade e por ter compartilhado muitos momentos nesses anos. Oani pela amizade que cresceu e surpreendeu a cada ano da graduação.

Ao Fabio, Ana e Matheus Quadros, que foram minha família Rio Clareense.

Aos amigos Marcelo Pedroni, Caroline Maia e Pamella Ramos pelos ótimos momentos vivenciados.

Ao meu orientador Prof. Dr. Eugenio Maria de França Ramos pela confiança ao desenvolver esse projeto tão especial pra mim.

Ao Prof. Me. João Eduardo Fernandes Ramos pelo suporte e dicas ao longo do desenvolvimento do projeto.

Ao Prof. Dr. Roberto Hessel pelo suporte para a construção de um trabalho melhor.

Ao PIBID pela oportunidade de vivenciar e participar do cotidiano de escolas, tornando essa experiência única e de muita importância para minha formação como Professora.

A escola ETEC Prof. Armando Bayeux da Silva e a Professora Tabata Vidal pelo espaço para o desenvolvimento do projeto “Cine Física”.

RESUMO

Neste trabalho apresentamos uma proposta didática de utilização de filmes e vídeos para o uso em sala de aula para o Ensino de Física voltado para a Educação Básica e trazemos uma discussão de como materiais didáticos abordam a temática. Para isso, selecionamos três obras cinematográficas, um episódio de seriado e vídeos encontrados na internet e analisamos os conceitos físicos encontrados, particularmente a temática Eletromagnetismo. Desenvolvemos a atividade denominada “Cine – Física” em uma escola pública de Rio Claro – SP, por meio de apresentações dos filmes, série e vídeos. Essas obras foram exibidas na íntegra e, em seguida, discutimos os conceitos envolvidos nos filmes. Com a realização dessa proposta didática verificamos que é possível inserir o uso de filmes e vídeos em atividades de sala de aula, podendo ir além do entretenimento, ou utilizando tais materiais como complemento de aula. Dialogando com os alunos, foi possível perceber que os estudantes visualizavam os efeitos e conceitos físicos de uma forma diferenciada daquela em que são apresentados somente na lousa através de fórmulas, proporcionando efeitos positivos para o aprendizado de Física.

Palavras-chave: Ensino de Física. Filmes. Eletromagnetismo. Cine Física. Educação Básica.

ABSTRACT

In this work we present a didactic proposal of the use of movies and videos for the Physics teaching directed to the Basic Education and we bring a discussion about how the materials addresses this topic. For this, we selected three cinematographic works, one chapter of the TV show and videos found in the web and we analyse the physics concepts found particularly about the issue electromagnetism. We developed the activity denominated "Cine - Física" in a public school from Rio Claro - SP, through presentations of these movies, shows and videos. Those works were exhibited in full and then we discussed the concepts involved in these movies. With the perform of this didactic proposal we verified that is possible insert the use of movies and videos in the classroom activities, and go beyond the entertainment or using those materials as supplements of classes. Dialoguing with students was possible to realize that they visualize the effects and physical concepts in a different way than other that used to be shown in the blackboard through formulas, providing positive effects to the learning of Physics.

Keywords: Physics Teaching. Films. Electromagnetism. Cine Física. Basic Education.

ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Imagem retirada do Caderno do Aluno, 1º Série, Volume 1, p. 25-26.	17
Figura 2 - Imagem retirada do Caderno do Professor, 1º Série, Volume 1, p.123. ...	19
Figura 3 - Imagem retirada do Caderno do Professor, 1º Série, Volume 1, p. 124. ..	19
Figura 4 - Imagem retirada do Caderno do Aluno, 3º Série, Volume 1, p. 52.....	20
Figura 5 - Imagem de divulgação do filme "O Aprendiz de Feiticeiro".....	22
Figura 6 - Mapa conceitual relacionado ao filme "O Aprendiz de Feiticeiro".	23
Figura 7 - Imagem retirada do livro Minhas invenções: A Autobiografia de Nikola Tesla (2012, p.78) onde Tesla gera raios artificiais em seu laboratório. 23	
Figura 8 - Imagem retirada do filme "O Aprendiz de Feiticeiro", enquanto o personagem principal, Dave Stutter, atinge o inimigo com uma bobina de Tesla.	24
Figura 9 - Imagem reproduzindo o comportamento do campo elétrico em uma superfície condutora. (Disponível em < http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=25102 >. Acesso em 23 novembro 2015).....	25
Figura 10 - Imagem retirada do filme "O Aprendiz de Feiticeiro" enquanto a gaiola de Faraday recebe uma descarga elétrica.	26
Figura 11 - Imagem retirada do filme "O Aprendiz de Feiticeiro" enquanto a gaiola de Faraday recebe uma descarga elétrica.	26
Figura 12 - Imagem representando o comportamento do campo elétrico em diferentes partes de uma superfície gaussiana (Disponível em: < http://paginapessoal.utfpr.edu.br/cdeimling/aulas-de-fisica-iii/Cap%2023%20-%20Lei%20de%20Gauss.pdf/view >. Acesso em 25 novembro 2015.	27
Figura 13 - Imagem de um átomo de Cobre. (Disponível em < https://conhecendoeletrica.wordpress.com/author/oseiasalbuquerque/page/2/ >. Acesso em 25 novembro 2015).....	28
Figura 14 – Imagem retirada de Halliday (2009, p. 6) mostrando o comportamento de partículas carregadas.....	29
Figura 15 - Imagem de divulgação do filme "O Grande Truque"......	30
Figura 16 - Mapa conceitual relacionado ao filme "O Grande Truque"	31

Figura 17 - Imagem retirada do filme "O Grande Truque" durante uma demonstração da bobina de Tesla.....	32
Figura 18 - Imagem retirada do filme "O Grande Truque" durante a apresentação do mágico Angier onde ele passa pelos raios reproduzidos por uma bobina de Tesla.....	33
Figura 19 - Imagem retirada do filme "O Grande Truque", mostrando o sistema sem fio desenvolvido por Tesla.....	34
Figura 20 - Imagem retirada de Tipler (2015, p. 145) em que mostra a condução de corrente elétrica em um segmento de fio.	34
Figura 21 - Gráfico representando a corrente alternada (A) pelo tempo (s).	35
Figura 22 - Gráfico representando a corrente contínua constante (A) pelo tempo (s).	36
Figura 23 - Gráfico representando a corrente contínua pulsante (A) pelo tempo (s).	36
Figura 24 - Imagem de divulgação do filme "Cidade das Sombras".....	38
Figura 25 - Mapa conceitual relacionado ao filme "Cidade das Sombras".	38
Figura 26 - Representações de um resistor em um circuito.	39
Figura 27 - Imagem do cartaz de divulgação do projeto "Cine Física"	41
Figura 28 - Visão geral da sala onde aconteceu a prática do filme "O Aprendiz de Feiticeiro".	42
Figura 29 - Imagem dos equipamentos disponíveis para o "Cine Física".....	42
Figura 30 - Imagem durante a apresentação do filme "O Aprendiz de Feiticeiro".	43
Figura 31 - Imagem retirada do filme "O Aprendiz de Feiticeiro" onde mostra o laboratório de Dave Stutter.....	44
Figura 32 - Imagem durante a apresentação do filme "O Grande Truque".	46
Figura 33 - Imagem retirada do filme "O Grande Truque".	46
Figura 34 - Imagem durante a apresentação do filme "Cidade das Sombras".	48
Figura 35 - Imagem retirada do filme "Cidade das Sombras" onde é possível ver o gerador elétrico citado no filme.	49
Figura 36 - Imagem retirada da série "Revolution" durante o apagão que tomou conta do planeta Terra.	50
Figura 37 - Imagem retirada do vídeo "Pêndulo de Foucault no Pantheon em Paris". (Disponível em < https://www.youtube.com/watch?v=xK2TXo_Sy38 >. Acesso em 23 novembro 2015).....	51

Figura 38 - Imagem retirada do vídeo "Comparação: Planetas e Estrelas". (Disponível em < https://www.youtube.com/watch?v=_VeqcTu_v-M >. Acesso em 23 novembro 2015).....	52
Figura 39 - Imagem retirada do vídeo da internet mostrando as diferentes vibrações nas cordas de um violão. (Disponível em < https://www.youtube.com/watch?v=liAu3zwiSvQ >. Acesso em 23 novembro 2015).....	52
Figura 40 - Imagem retirada do vídeo da internet mostrando a disposição dos celulares. (Disponível em < https://www.youtube.com/watch?v=lg_dyD0Nsjw >. Acesso em 23 novembro 2015).....	53

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	11
2.	O FILME NA SALA DE AULA.....	13
3.	ANÁLISE DO MATERIAL DIDÁTICO	16
3.1	O livro didático Física de Sampaio e Calçada	16
3.2	Caderno do Aluno e do Professor do Governo do Estado de São Paulo	17
4.	ANÁLISE FÍSICA DOS FILMES SELECIONADOS	21
4.1	<i>O Aprendiz de Feiticeiro</i>	21
4.2	<i>O Grande Truque</i>	30
4.3	<i>Cidade das Sombras</i>	37
5.	PROJETO CINE FÍSICA NA ESCOLA	41
5.1	CINE FÍSICA: “O Aprendiz de Feiticeiro”	42
5.2	CINE FÍSICA: “O Grande Truque”	45
5.3	CINE FÍSICA: “Cidade das Sombras”	47
5.4	CINE FÍSICA: Série e vídeos da internet.....	50
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	54
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56
	ANEXOS	59
	APÊNDICES.....	61

1. INTRODUÇÃO

Filmes cinematográficos e vídeos encontrados na internet são objetos culturais que estão cada vez mais presentes no nosso dia-a-dia, em função da expansão da rede mundial de computadores, que ampliam as possibilidades frente à televisão tradicional, uma vez que o acesso a conteúdos digitais tem aumentado.

Tais produções audiovisuais, pela sua inserção na sociedade moderna, têm o poder de ditar regras, tendências e modas para a sociedade. Mas, além disso, tais produções podem oferecer a um grande público assuntos incomuns, como os filmes da série *De volta para o futuro* (1985), onde a viagem no tempo e suas conseqüências são destacadas. Apesar de ser um filme de ficção, ele abordou um tema que, para a época, era pouco acessível ao grande público. Outras produções como *2001: Uma Odisséia no Espaço* (1968), *Contato* (1997), *Matrix* (1999), o recente filme *Interestelar* (2014), por exemplo, também apresentam essas características. Além dos filmes, também temos as obras televisivas, os seriados, que trazem conhecimento científico como *The Big Bang Theory* (2007) e *The Flash* (2014).

A ciência funciona como uma fonte de inspiração e também uma possibilidade de trazer ao público uma realidade muitas vezes diferente do habitual, trazendo diversas aplicações científicas de vários fenômenos físicos que influenciam diretamente no âmbito sociocultural. (BRITO; NOLASCO, 2011, p.1)

Tais produções culturais acabam por proporcionar materiais potencialmente pedagógicos, embora não seja seu objetivo principal, pois ao tratar temas insólitos e de relevância humana, permitem questionamentos e reflexões que poderiam ser úteis ao Ensino de Física.

Morán (1995, p.27) descreve que a utilização do filme “aproxima a sala de aula do cotidiano, das linguagens de aprendizagem e comunicação da sociedade urbana, e também introduz novas questões no processo educacional”.

Quem convive com filmes, acaba guardando cenas ou personagens marcantes, característica da produção audiovisual.

O cinema e tantas outras pedagogias culturais atuam na direção de ensinar como devemos nos comportar, bem como do que pensar, sentir, acreditar, temer, desejar, gostar, aceitar ou rechaçar (BICCA; WORTMANN, 2013, p.364). E por estar tão presente na vida de grupos de pessoas e gerações, não deveria ser

desconsiderado do ambiente escolar e sim um aliado na construção do conhecimento.

O vídeo é sensorial, visual, linguagem falada, linguagem musical e escrita. Linguagens que interagem superpostas, interligadas, somadas, não-separadas. Daí sua força. Somos atingidos por todos os sentidos e de todas as maneiras. O vídeo nos seduz, informa, entretém, projeta em outras realidades (no imaginário), em outros tempos e espaço. (MORÁN, 1995, p.28)

Características ficcionais ou reais das filmagens, uso de efeitos especiais e ludicidade da comunicação audiovisual, permitem a nosso ver oferecer materiais de ensino diferenciados, particularmente para o Ensino de Física.

Por isso, além da importância cinematográfica, estamos interessados em obras que acabam fazendo parte do gênero de ficção científica. Nossa escolha recai nesse gênero, pois grande parte das obras acabam usando conceitos e ideias científicas como pano de fundo.

A ficção científica tem sua própria maneira de falar sobre a ciência (...). Ela é didática, porque se propõe a veicular ideias, mas não no sentido de explicar o que é a ciência ou ensinar conceitos científicos, embora isso possa ocorrer ocasionalmente. (PIASSI, 2013, p.12)

Assim, nossa proposta é nos apropriarmos das obras cinematográficas de ficção científica e fantasia e pensar em atividades voltadas para o ensino, tendo a consciência de que o discurso original da obra não foi pensado para se tornar uma atividade de ensino diretamente.

Selecionamos para este trabalho três filmes de longa metragem. Foram eles: *O Aprendiz de Feiticeiro* (2010), *O Grande Truque* (2006) e *A Cidade das Sombras* (2008), um episódio de uma série de televisão *Revolution* (2012) e quatro vídeos disponíveis na internet.

Piassi (2013) sugere o espaço de discussão que pretendemos desenvolver neste trabalho:

O que desejamos considerar são os possíveis mecanismos que a escola pode adotar para lidar com o fato de que hoje, não apenas o principal foco de interesse, mas também a principal *fonte de informação* para o jovem se situa fora de seus limites. (PIASSI, 2013, p. 14)

2. O FILME NA SALA DE AULA

Em um primeiro momento pode soar estranho fazer qualquer ligação entre obras cinematográficas com o Ensino de Física. Ao pensarmos em Física, automaticamente pensamos nos livros didáticos da Educação Básica, fórmulas e uma infinidade de contas e listas de exercícios. Os filmes nos remetem a momentos de lazer vivenciados com conhecidos e familiares ou mesmo no ambiente público do cinema.

Porém, ao lembrar da minha educação básica, não foram poucos os momentos em que foram apresentados filmes na minha escola, no decorrer de diversas disciplinas. Alguns exemplos como *O Nome da Rosa* (1986) e *Olga* (2004) em aulas de história e *Modigliani – A Paixão pela Vida* (2004) em aulas de artes. Mas quando nos deparamos com as ciências exatas, dificilmente se é apresentado um filme comercial ou até mesmo de caráter científico dentro da sala de aula, pois simplesmente não é um recurso considerado usual.

No decorrer da minha graduação na licenciatura em Física e no meu trabalho no PIBID¹, tive a oportunidade de vivenciar a rotina de duas escolas públicas do município de Rio Claro – SP. Foram diversas aulas onde acompanhei observando, e, uma aula em particular no mês de dezembro de 2014, a Professora apresentou para a classe do segundo ano do ensino médio o filme *Impacto Profundo* (1998). Era início do período de recuperação, muitos alunos já não estavam mais presentes na escola e não houve, nessa ocasião, uma conexão entre o filme com algum tipo de conteúdo apresentado aos alunos. O filme estava lá simplesmente para preencher um espaço e não como recurso didático. Uma pena!

Esta experiência permitiu observar que o uso de filmes e vídeos durante uma aula de física é uma prática pouquíssimo explorada pelos Professores, particularmente na disciplina de Física.

¹: PIBID é o Programa Institucional de Iniciação a Docência (PIBID) do governo federal brasileiro por meio da Fundação CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior) do Ministério da Educação. No município de Rio Claro (SP) se realizam subprojetos aprovados no Edital 2013, num grande projeto institucional da UNESP (Universidade Estadual Paulista). Um deles é o PIBID Física Rio Claro, dedicado a Iniciação a Docência de estudantes da Licenciatura em Física da UNESP, realizado no Instituto de Biociências e em duas escolas parceiras da Rede Pública Estadual, envolvendo um Professor universitário (coordenador), quatorze bolsistas de graduação e duas Professoras da Educação Básica (supervisoras).

Apesar de ter uma estrutura necessária, como espaço físico e projetor multimídia, isso ainda é visto como uma atividade que não é propriamente didática, ou seja, muitas vezes é encarada como uma coisa ruim dentro da sala de aula, uma forma de “enrolar” e não de ensinar.

Autores como Morán (1995) discutem que, o vídeo (o cinema) tem alguns usos inadequados dentro da sala de aula. É o caso do “vídeo tapa buraco”, quando existe um problema inesperado, como a falta de um professor; ou “vídeo enrolação”, onde é exibido um filme, mas nem sempre existe uma ligação com a matéria; ou “vídeo deslumbramento”, quando o professor descobre o uso do filme e passa a usar com uma grande frequência, empobrecendo as aulas e diminuindo a eficácia dos filmes; ou “vídeo perfeição”, onde o professor questiona todas as falhas apresentadas pelo filme; e, por fim, o “só vídeo”, onde não existe uma discussão sobre seu conteúdo.

Entretanto, Morán (1995) também apresenta propostas de como utilizar um filme em sala de aula.

- Para introduzir novos assuntos e despertar curiosidade entre os alunos, um filme poderia sensibilizar os estudantes (seria como o “vídeo sensibilização),
- se utilizado para compor cenários desconhecidos para os alunos, apresentar uma realidade até então desconhecida, o vídeo serviria como ilustração (seria o “vídeo ilustração”),
- o “vídeo simulação”, onde o filme apresenta simulações de experimentos que seriam perigosos ou que poderiam mostrar uma situação que demorariam dias para ocorrer em poucos minutos,
- o “vídeo como conteúdo de ensino”, onde o filme apresenta de forma direta um tema específico,
- o “vídeo como produção”, seja como documentação onde o próprio Professor pode fazer registros de eventos, aulas ou experimentos, como também intervenções onde existe uma modificação de um material já existente (seja modificando a trilha sonora ou realizando edições) e como expressão, onde os alunos podem ser incentivados a fazer produções de vídeos,

- o “vídeo como avaliação”, onde tanto os alunos como os Professores podem se olhar e avaliar, seja uma análise da sua postura, gestos ou cacoetes,
- e, por último, “vídeo como integração/suporte de outras mídias”, onde pode-se levar gravações de programas de televisão e trazer vídeos onde há interação com outras mídias, como o computador ou vídeo-game. (MORÁN, 1995, p. 32-33)

Ou seja, a crítica de Morán (1995) nos permite ampliar em muito a visão sobre os problemas e os benefícios possíveis para a introdução do cinema no ambiente escolar como ferramenta didática.

Porém, apesar das inúmeras formas de abordagem do filme em sala de aula, alguns cuidados devem ser tomados por parte do Professor.

Como cita Rosa e Oliveira (2000), o Professor deve sempre analisar o material antes do aluno, fazer uma apresentação prévia do conteúdo que será ministrado para dirigir a atenção para os pontos principais, se atentar para a disposição das carteiras para todos os alunos terem visão adequada e sempre programar uma atividade de discussão e análise do que foi mostrado após a apresentação do material para fixação dos conteúdos apresentados.

Podemos observar o grande número de intervenções possíveis para se realizar em uma sala de aula utilizando o filme em prol do aprendizado do aluno.

De todas as formas, o vídeo visa ampliar e complementar os conteúdos (exceto quando o vídeo é o próprio objetivo da atividade) de modo visual para facilitar a aprendizagem do aluno.

3. ANÁLISE DO MATERIAL DIDÁTICO

O livro didático é um material presente e disponível em várias unidades escolares, e mesmo quando não adotado para o trabalho com os estudantes, acaba por ser um importante apoio aos docentes.

O material didático

Para o aluno constitui-se numa valiosa fonte de estudo e pesquisa, ajudando-o a complementar as anotações de seu caderno. Para o Professor, é o principal roteiro empregado na programação e desenvolvimento das atividades em sala de aula ou extra-classe. (PIMENTEL, 2006, p.308)

Em muitos casos, o livro didático é a única fonte de estudo para o aluno, limitando seu conhecimento.

Como salienta Pimentel,

O livro deve, também, promover uma integração entre os variados temas discutidos nos capítulos e valorizar a experiência e o conhecimento que o aluno leva para a sala de aula. (PIMENTEL, 2006, p.309)

Por sua capacidade de organizar – ou até normatizar – a atividade didática, decidimos nos debruçar sobre os materiais presentes nas escolas em que este trabalho se desenvolveu, como uma amostra de possibilidades.

Para discutir o uso do livro didático nas escolas foram selecionadas duas obras diferentes para fazer uma análise se o uso de filmes está presente nos materiais escolhidos.

A primeira obra selecionada foi o livro didático “Física” dos autores Sampaio e Calçada (Atual Editora, 2005), utilizado numa escola localizada na cidade de Rio Claro – São Paulo onde ocorreu o trabalho didático com os filmes selecionados.

A segunda obra é o Caderno do Aluno e do Professor do Governo do Estado de São Paulo 2014-2017 de outra escola em que trabalhamos no projeto PIBID Física.

3.1 O livro didático Física de Sampaio e Calçada

Ao realizar a análise deste material didático, foi possível observar que obras cinematográficas não são citadas.

Nos deparamos com um livro didático extremamente simplificado, ou seja, conteúdos dispostos em 74 capítulos, com texto que, muitas vezes é o suficiente

para explicar a função da aplicação das fórmulas apresentadas, um exercício resolvido para os alunos terem como exemplo e uma série de exercícios que, na maioria das vezes, é somente para aplicação das fórmulas apresentadas.

Apesar de ser um material novo, obtido pela escola no último Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), ele não oferece ao aluno nenhum suporte para complemento de aula envolvendo filmes, mostrando que os autores não consideram tais materiais como úteis ao Ensino de Física.

Um Professor que se basear neste livro dificilmente será incitado pelos autores a inovar suas atividades didáticas com o uso de obras cinematográficas.

3.2 Caderno do Aluno e do Professor do Governo do Estado de São Paulo

Ao realizar a análise do segundo material didático – Caderno do Aluno e do Professor do Governo do Estado de São Paulo Volume 1 dos três anos do Ensino Médio – nos deparamos com algumas indicações de obras para os alunos se aprofundarem em determinados tópicos da Física.

Ao analisar o Volume 1 direcionado ao primeiro ano do Ensino, nos deparamos com a seguinte indicação da temática de “Quantidade de movimento linear: variação e conservação”.



PARA SABER MAIS

Veja os filmes Armageddon e Impacto profundo, que discutem soluções que poderíamos adotar para evitar hipotéticas catástrofes astronômicas. Analise se elas estão corretas do ponto de vista da Física, em especial da conservação da quantidade de movimento. Discuta com os colegas da classe e faça em grupo um cartaz que apresente suas conclusões sobre esses filmes.

- *Armageddon (Armageddon)*. Direção: Michael Bay. EUA, 1998. 150 min. 14 anos. Uma chuva de pequenos meteoros atinge a Terra e a Nasa descobre que um asteroide vai colidir com nosso planeta. Na tentativa de evitar o desastre, o governo estadunidense
- *Impacto profundo (Deep impact)*. Direção: Mimi Leder. EUA, 1998. 120 min. 12 anos. Um astrônomo mirim acidentalmente descobre um cometa com 11 mil metros de diâmetro. Esse cometa passa a ser monitorado e constata-se que está prestes a se chocar com a Terra. Uma equipe formada por estadunidenses e russos planeja colocar detonadores nucleares para fragmentar o cometa e salvar nosso planeta. O plano funciona em parte, mas fragmentos do astro ainda atingem a Terra, causando grande destruição.

Figura 1 - Imagem retirada do Caderno do Aluno, 1º Série, Volume 1, p. 25-26.

Esses filmes são apresentados como sugestão ao aluno no item “Para saber mais”, ou seja, para um melhor aprofundamento do tópico ensinado.

O filme a seguir é apresentado na temática de “Compensando os movimentos na ação de forças internas”.

Sugira aos alunos que assistam às cenas iniciais do filme 2001: uma odisséia no espaço, lançado em 1968 pelo cineasta Stanley Kubrick, cujos personagens retratados vivem em estações orbitais e viajam em espaçonaves, e que discutam se essas ficções criadas há 40 anos pelo cineasta são semelhantes ao que fazemos hoje e se elas podem ser explicadas. Pelos conhecimentos que foram apresentados neste Caderno. Essa reflexão pode ser ampliada com os exercícios a seguir. (Caderno do Professor, 1º Série, Volume 1, p. 41)

A partir do filme, é sugerido um exercício “desafio” para os alunos responderem.

Desafio!

Descubra como os astronautas fazem para “andar” no espaço, quando estão dentro da espaçonave e quando estão fora dela. Pesquise o que foi criado para possibilitar tais movimentos. (Caderno do Professor, 1º Série, Volume 1, p. 41)

Ao analisar o Caderno do Professor correspondente, são oferecidos dois exercícios a mais para serem passados para aos alunos.

Em novembro de 2008 uma astronauta, ao realizar uma manutenção na parte externa da Estação Espacial Internacional, deixou por acidente que uma bolsa com ferramentas se soltasse de seu corpo. A bolsa, avaliada em cerca de 100 mil dólares, perdeu-se no espaço e não pôde ser recuperada.

Procure essa notícia na internet e, utilizando seus conhecimentos em Física, descreva o movimento do corpo da astronauta no momento da perda. (Caderno do Professor, 1º Série, Volume 1, p. 41)

No final do Caderno do Professor são apresentados diversos filmes para aprofundamento no item “Recursos para ampliar a perspectiva do Professor e do Aluno para a compreensão do tema”.

Núcleo de Pesquisa em Inovações Curriculares (Nupic). Disponível em: <<http://www.nupic.fe.usp.br/>>. Acesso em: 24 maio 2013. Site do Núcleo de Pesquisa em Inovação Curricular da Faculdade de Educação da USP. Contém sequências de ensino, propostas de atividades, objetos virtuais.

PEC – Construindo Sempre. Disponível em: <<http://paje.fe.usp.br/estrutura/pec/>>. Acesso em: 24 maio 2013. Espaço originário do Programa de Formação Continuada de Professores do Ensino Médio de Física. Contém os cadernos utilizados nos cursos, com leituras e propostas de atividades de ensino.

PROFIS. Disponível em: <http://fep.if.usp.br/~profis/gref_leituras.html>. Acesso em: 24 maio 2013. Espaço de apoio, pesquisa e cooperação de professores de Física para promover projetos e atividades complementares. Engloba diversos materiais de ensino de Física, como banco de teses e trabalhos na área de ensino de Física, eventos e todo o material desenvolvido pelo GREF.

Pró-Universitário Física. Disponível em: <<http://www.ciencia.iao.usp.br/tudo/index.php?midia=pru&filter=disciplina &by=f%EDsica>>. Acesso em: 24 maio 2013. Programa de apoio aos estudantes do Ensino Médio, ministrado por estudantes de licenciatura da USP. Contém o material produzido para uso com estudantes do Ensino Médio, em sua maioria textos e questões.

Filmes

Armageddon. Direção: Michael Bay. EUA, 1998. 150 min. 14 anos. Touchstone Pictures / Jerry Bruckheimer Films / Valhalla Motion Pictures. O filme inicia com uma chuva de pequenos meteoros que atingem a Terra (incluindo Nova Torque), e a Nasa então localiza um asteroide gi-

gantesco que vai colidir com nosso planeta. O filme retrata a preparação de um grupo de perfuradores de petróleo para tentar evitar a colisão buscando modificar a trajetória do asteroide.

Impacto profundo (*Deep impact*). Direção: Mimi Leder. EUA, 1998. 120 min. 12 anos. Dreamworks SKG / Paramount Pictures / zanuck / Brown Productions. Paramount Pictures / UIP. Um astônomo mirim acidentalmente descobre um cometa com 11 mil metros de diâmetro. Esse cometa passa a ser monitorado e algum tempo depois está prestes a se chocar com a Terra. Uma equipe formada por estadunidenses e russos planeja colocar detonadores nucleares para fragmentar o cometa e salvar o planeta, o que funciona em parte, mas fragmentos dele ainda atingem a Terra, causando grande destruição.

Inimigo do Estado (*Enemy of the state*). Direção: Tony Scott. EUA, 1998. 131 min. 14 anos. Suspense. Com a evolução da tecnologia, o Estado tem instrumentos de monitoramento de seus cidadãos. Câmeras, microfones, escutas telefônicas, sistemas de computadores interligados, satélites e até aparentemente inofensivos telefones celulares e cartões de crédito são alguns dos aparelhos tecnológicos que podem ser utilizados para se obter informações sobre qualquer cidadão.

K-19 – The Widowmaker. Direção: Kathryn Bigelow. EUA, 2002. 138 min. 12 anos. Suspense. Este filme mostra boa parte dos processos de transformações de energia sendo aplicados no mundo tecnológico. Em plena Guerra Fria, o submarino nuclear russo K-19, em sua viagem inaugural em junho de 1961, rumo para as águas estadunidenses numa missão rotineira de espionagem. Descobre-se que seu reator está vazando e precisa ser consertado para evitar um desastre nuclear.

Figura 2 - Imagem retirada do Caderno do Professor, 1º Série, Volume 1, p.123.

Koyaanisqatsi – Uma vida fora de equilíbrio (*Koyaanisqatsi – Life out of balance*). Direção: Godfrey Reggio. EUA, 1982. 87 min. Livre. Documentário. O filme contrasta a tranquila beleza da natureza com a agitação da sociedade urbana contemporânea. Reúne belas imagens a uma premiada e eloquente trilha sonora, discutindo a desenfreada evolução tecnológica. O filme é o primeiro da trilogia *Quatsi – Koyaanisqatsi* (vida desequilibrada), *Powaqqatsi* (vida em transformação) e *Naqoyqatsi* (vida em guerra).

Syriana: a indústria do petróleo (*Syriana*). Direção: Stephen Gaghan. EUA, 2005. 126 min. 14 anos. Ação/Drama. Uma crítica à indústria de petróleo e à dependência dos Estados Unidos em relação a ela. O filme mostra um agente da Agência Central de Inteligência (CIA) no Oriente Médio investigando terroristas.

Ele observa a ação da CIA sendo deixada de lado para dar lugar a negociatas políticas.

Twister. Direção: Jan De Bont. EUA, 1996. 116 min. Livre. Ação. Uma tempestade está se prenunciando e dois grupos de cientistas rivais planejam entrar para a história colocando sensores dentro de um tornado. Mas, para colocar os sensores, é necessário ficar o mais próximo possível do tornado para que eles sejam sugados pela tempestade. Em uma das equipes está uma jovem obcecada por tal ideia, pois ela viu o pai ser levado por uma tempestade.

Uma verdade inconveniente (*An inconvenient truth*). Direção: Davis Guggenheim. EUA, 2006. 100 min. Livre. Documentário. O cineasta mostra os esforços do ex-vice-presidente dos Estados Unidos, Al Gore, a fim de alertar a população mundial em relação ao superaquecimento global.

Figura 3 - Imagem retirada do Caderno do Professor, 1º Série, Volume 1, p. 124.

No livro Volume 1 direcionado ao segundo ano do Ensino Médio infelizmente não existe nenhuma indicação de obras cinematográficas.

Por fim, ao analisar o Volume 1 direcionado ao terceiro ano do Ensino Médio foi possível encontrar mais uma indicação de filme dentro da temática de “Conhecendo as linhas de campo magnético de um ímã”.

Filme

- O núcleo – missão ao centro da Terra (*The core*). Direção: Jon Amiel. EUA, 2003. 135 min. 14 anos. O geofísico Dr. Josh Keyes (Aaron Eckhart) descobre que um experimento fracassado fez o movimento de rotação da Terra cessar. Com a rápida deterioração do magnetismo na Terra, a atmosfera começa a se desfazer, o que é fatal para os seres vivos do planeta. Para tentar resolver a crise, Keyes reúne os melhores cientistas do mundo para entrar no centro da Terra e reativar a rotação.

Figura 4 - Imagem retirada do Caderno do Aluno, 3º Série, Volume 1, p. 52.

A mesma indicação de filme não aparece no Caderno do Professor.

O Caderno do Aluno e Professor do Governo do Estado de São Paulo é um material usualmente criticado. De acordo com Cassiari,

uma das fragilidades encontradas pelos professores é de que o material não é de fácil compreensão e ainda não oferece orientação completa, tanto no conteúdo como na abordagem, o que pode desestimular o uso desses cadernos. (CASSIARI, 2011, p.7)

Porém, ao compararmos com o livro Física (analisado no item 3.1) é possível observar que o material desenvolvido pelo Estado de São Paulo incluiu o uso de filmes para complementar diversos conteúdos e também sugere atividades através deles, o que é difícil encontrar nos livros didáticos comerciais.

4. ANÁLISE FÍSICA DOS FILMES SELECIONADOS

Neste capítulo, realizamos uma pesquisa de filmes de interesse buscando identificar a teoria e conceitos físicos em torno das obras. Fizemos uma decupagem, ou seja, uma seleção das cenas indicando onde ocorre alguma imagem ou fala envolvendo conceitos físicos nos filmes selecionados.

Pereira e Prado (2011) definem decupagem como sendo “(...) a divisão das cenas em planos e a previsão de como estes planos vão se ligar uns aos outros através de cortes”.

Através disto, é possível estruturar e organizar o trabalho, tornando claro os conceitos abordados nos filmes (decupagem encontrada no Apêndice do trabalho).

Em seguida, montamos um mapa conceitual dos principais tópicos observados ao longo dos filmes.

O mapa conceitual

é uma estrutura esquemática para representar um conjunto em uma rede de proposições. Ele é considerado um estruturador do conhecimento, na medida que consegue mostrar como o conhecimento sobre determinado assunto está organizado na estrutura cognitiva de seu autor, que assim pode visualizar e analisar a sua profundidade e a extensão. (TAVARES, 2007, p.72)

4.1 *O Aprendiz de Feiticeiro*

A produção cinematográfica *O Aprendiz de Feiticeiro* (*The Sorcerer's Apprentice*) é uma obra lançada pela Disney no ano de 2010, dirigida por Jerry Bruckheimer.



Figura 5 - Imagem de divulgação do filme "O Aprendiz de Feiticeiro".

O filme narra uma época da vida de um estudante de Física, Dave Stutter (representado pelo ator Jay Baruchel), que trabalha com bobinas de Tesla em um laboratório montado em uma antiga estação de metrô. Durante o desenrolar do filme ele descobre ser um feiticeiro descendente de Merlin. Com a ajuda de Balthazar Blake (representado pelo ator Nicolas Cage), seu tutor de magia, deverá impedir a destruição do mundo por outros magos.

Ao longo do filme, a magia é relacionada com a ciência e alguns dos “truques” possuem explicação científica.

De certa forma, ao longo da história da ciência, não é difícil encontrar momentos em que tanto a ciência quanto a magia e a feitiçaria se confundiam. Certos fenômenos naturais, como eclipses do Sol e da Lua, por exemplo, foram encarados como previsões do fim do mundo causado por alguém.

Um exemplo da Física presente no filme é a forma como o personagem Dave descreve seu projeto com as bobinas de Tesla. Segundo ele: “essas bobinas disparam raios a uma frequência tão alta que as faíscas literalmente criam ondas de som quando voam” (52 min.), possibilitando até composições de músicas, como é feito no filme.

Analisando o filme, percebe-se um destaque a temas de eletricidade, particularmente, como:

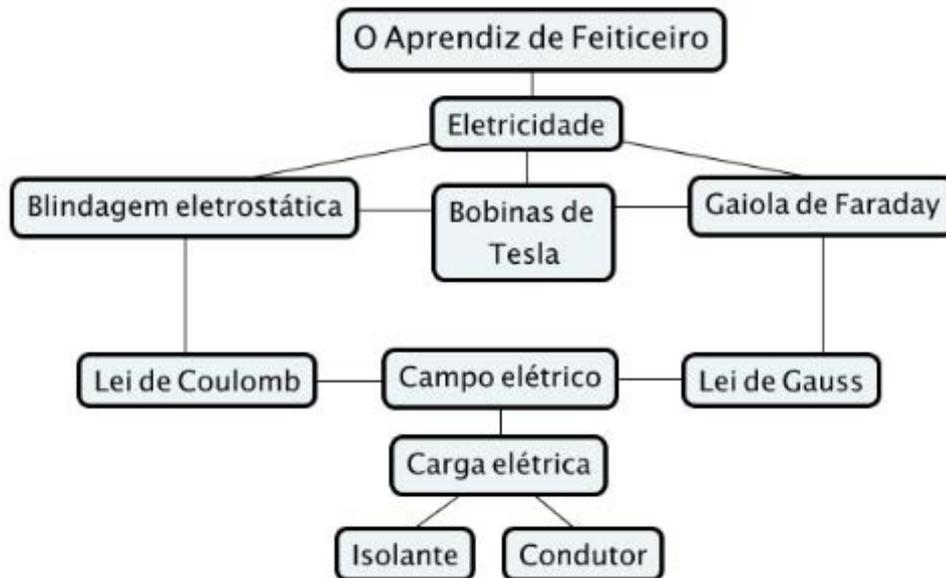


Figura 6 - Mapa conceitual relacionado ao filme "O Aprendiz de Feiticeiro".

Conceitos como blindagem eletrostática, bobinas de Tesla e a gaiola de Faraday podem ser discutidos com o estudo de conceitos presentes na lei de Coulomb, campo elétrico, lei de Gauss, carga elétrica, materiais isolantes e condutores.

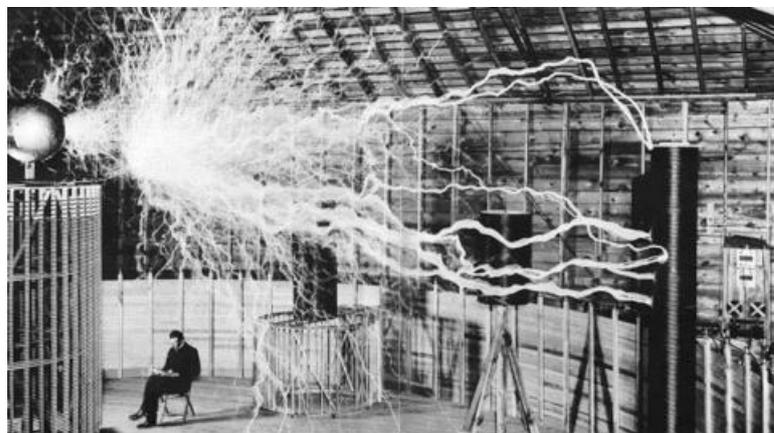


Figura 7-Imagem retirada do livro Minhas invenções: A Autobiografia de Nikola Tesla (2012, p.78) onde Tesla gera raios artificiais em seu laboratório.



Figura 8 - Imagem retirada do filme "O Aprendiz de Feiticeiro", enquanto o personagem principal, Dave Stutter, atinge o inimigo com uma bobina de Tesla.

- Bobinas de Tesla:

A bobina de Tesla foi desenvolvida por Nikola Tesla, físico Croata. Ele utilizou uma bobina de doze milhões de volts que produziu descargas elétricas com 38 metros de extensão, entre dois eletrodos colocados a uma altura de 61 metros do solo. A bobina de Tesla é, na verdade, um transformador que produz tensões elevadas sob altas frequências.

Seu funcionamento consiste em um transformador primário que irá elevar a tensão da rede (usualmente de 110 volts) para, em torno, 5000 volts. Esta tensão passa a um centelhador, que está ligado em paralelo com um capacitor e a bobina primária do transformador secundário (estes ligados em série). Quando o capacitor carrega, a tensão no centelhador eleva-se até o ponto onde há quebra da rigidez dielétrica do ar. (Instituto de Física – UnB, GEFIS, s/d)²

² Disponível em:

http://www.fis.unb.br/gefis/index.php?option=com_content&view=article&id=201&Itemid=320. Acesso em 29 novembro 2015.

- Gaiola de Faraday:

A gaiola consiste em um experimento desenvolvido por Michael Faraday, físico e químico inglês.

Ele comprovou que o interior dos condutores não sofria efeitos no campo elétrico gerado por um gerador eletrostático. Isso acontece porque as cargas elétricas se distribuem de forma homogênea por toda superfície externa. Os efeitos do campo elétrico criado no interior do condutor acabam se anulando, obtendo um campo elétrico nulo no interior da gaiola. Faraday construiu uma gaiola de metal, carregada por um gerador eletrostático e colocou um eletroscópio no seu interior para provar que o mesmo era seguro. Através deste experimento, Faraday comprovou o efeito da blindagem eletrostática.

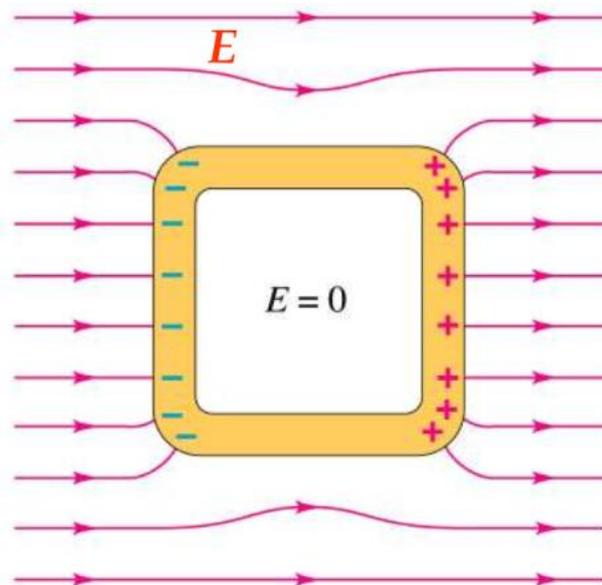


Figura 9 - Imagem reproduzindo o comportamento do campo elétrico em uma superfície condutora. (Disponível em <<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=25102>>. Acesso em 23 novembro 2015)

No filme, o protagonista fica dentro de uma gaiola com suportes isolantes, enquanto a parte externa é eletrizada intensamente.



Figura 10 - Imagem retirada do filme "O Aprendiz de Feiticeiro" enquanto a gaiola de Faraday recebe uma descarga elétrica.

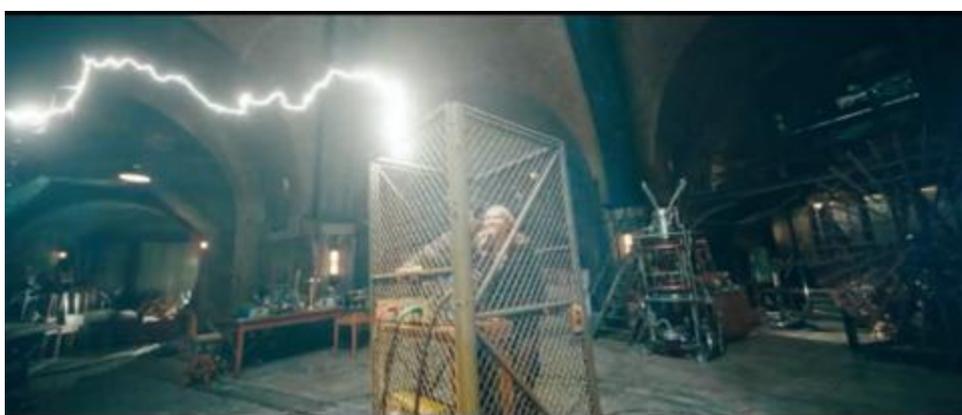


Figura 11 - Imagem retirada do filme "O Aprendiz de Feiticeiro" enquanto a gaiola de Faraday recebe uma descarga elétrica.

- Blindagem eletrostática:

Como dito acima, a blindagem eletrostática foi comprovada por meio do experimento da gaiola de Faraday.

Quando um corpo condutor é eletrizado, as cargas irão se distribuir por toda a superfície, uniformemente, tornando o interior nulo.

- Campo elétrico:

O campo elétrico é um campo vetorial, constituído por uma distribuição de vetores, um para cada ponto de uma região em torno de um objeto eletricamente carregado.

Uma carga elétrica produz um campo elétrico \vec{E} no espaço e este campo exerce uma força sobre uma segunda carga. (Tipler, 2015, p.11)

Podemos definir o campo elétrico como sendo a razão entre a força sobre uma carga de prova sobre a força eletrostática que age sobre a carga.

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0}$$

A carga de prova (ou de teste) é semelhante a uma carga real, exceto que, por definição, ela não exerce nenhuma força sobre as demais cargas.

- Lei de Gauss:

Um dos instrumentos utilizados na Física para resolver problemas complexos é a simetria. Para certas distribuições simétricas de cargas podemos poupar muito mais trabalho utilizando uma lei conhecida como lei de Gauss. A lei de Gauss considera uma superfície fechada imaginária que envolve a distribuição de cargas. Esta *superfície gaussiana*, como é chamada, pode ter qualquer forma, mas a forma que facilita o cálculo do campo elétrico é a que reflete a simetria da distribuição de cargas. (Halliday, 2009, p.56)

Uma superfície gaussiana desenhada dentro de um material condutor deve ter um campo elétrico nulo sobre a mesma. Se a superfície gaussiana tem campo nulo sobre a mesma, a carga envolvida deve ser nula pela lei de Gauss.

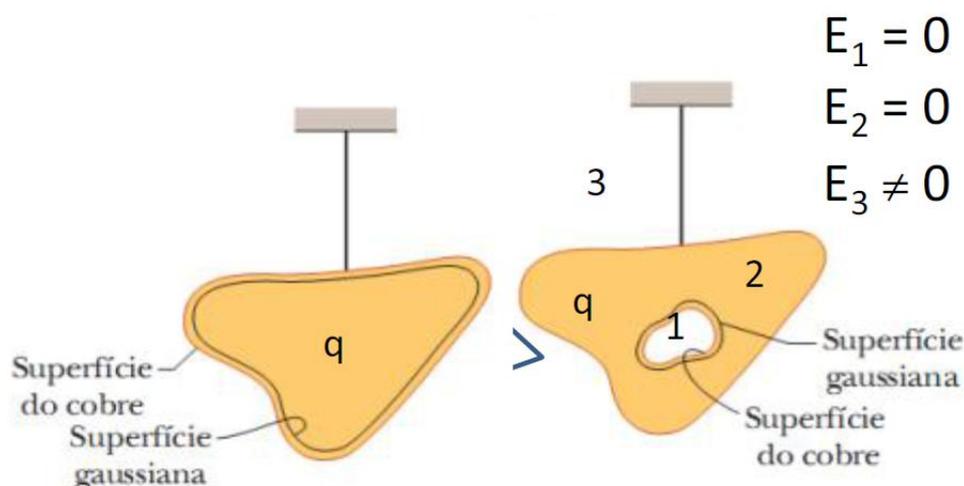


Figura 12 - Imagem representando o comportamento do campo elétrico em diferentes partes de uma superfície gaussiana. (Disponível em < <http://paginapessoal.utfpr.edu.br/cdeimling/aulas-de-fisica-iii/Cap%2023%20-%20Lei%20de%20Gauss.pdf/view> >. Acesso em 25 novembro 2015)

A seguir, iremos discutir cada conceito em particular.

- A carga elétrica:

A experiência mais comum para mostrarmos a existência da carga elétrica é a de esfregar um bastão de ebonite com um pedaço de lã. O bastão adquire a capacidade de atração (como levantar pequenos pedaços de papel). Ao esfregar, podemos dizer que os dois materiais estão carregados. (REITZ, 1982, p.36)

Toda matéria é composta por elétrons, prótons e nêutrons, onde duas destas possuem cargas (elétrons cargas negativas e prótons cargas positivas).

Quando nos referimos que um material está carregado, queremos dizer que ele tem um excesso de cargas (sejam elas positivas ou negativas).

- Condutores e isolantes:

Os condutores consistem em materiais como o Cobre e Prata, onde alguns elétrons são livres para se moverem com facilidade por todo o material.

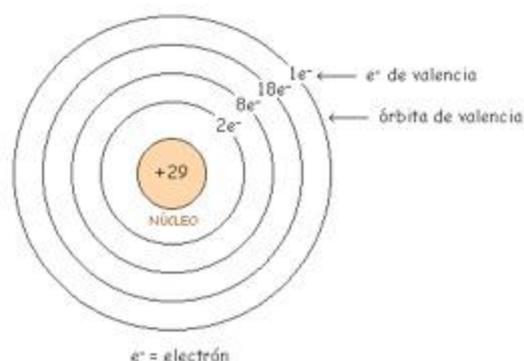


Figura 13 - Imagem de um átomo de Cobre. (Disponível em <<https://conhecendoeletrica.wordpress.com/author/oseiasalbuquerque/page/2/>>. Acesso em 25 novembro 2015)

Já nos materiais isolantes, como a madeira e o vidro, tem os elétrons ligados aos átomos da vizinhança e nenhum pode se mover livremente (ou o movimento ocorre com muita dificuldade). (TIPLER, 2015, p.5)

Não existem materiais condutores e isolantes perfeitos, pois em condições específicas qualquer material pode conduzir eletricidade ou os materiais condutores podem ter limitações para conduzir.

Dentre esses materiais, existem os semicondutores e supercondutores.

Os semicondutores são materiais que conseguem mudar sua propriedade de isolante para condutor com facilidade.

Os supercondutores são materiais onde as cargas elétricas se movem sem apresentar nenhuma dificuldade.

- Lei de Coulomb:

Duas partículas carregadas exercem forças uma sobre a outra. Se as cargas das partículas têm o mesmo sinal, as partículas se repelem, ou seja, são submetidas à forças que tendem a afastá-las. Se as cargas das partículas têm sinais opostos, as partículas se atraem, ou seja, são submetidas à forças que tendem a aproximá-las. (HALLIDAY, 2009, p. 6)

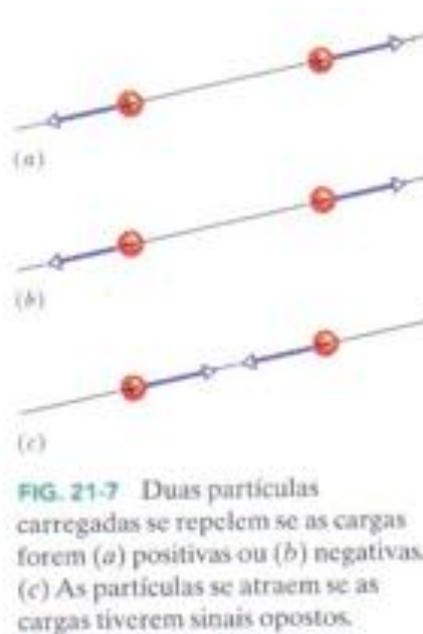


Figura 14 –Imagem retirada de Halliday (2009, p. 6) mostrando o comportamento de partículas carregadas.

Podemos dizer que essa força ligada a atração e repulsão das cargas elétricas é denominada por força eletrostática.

Charles Augustin de Coulomb realizou experimentos utilizando uma balança de torção para determinar medidas de força de atração e repulsão elétrica entre duas esferas carregadas eletricamente.

Como define Tipler, Coulomb chegou na seguinte conclusão através do experimento:

A força entre duas cargas puntiformes é exercida ao longo da linha entre as cargas. Ela varia com o inverso do quadrado da distância que separa as cargas e é proporcional ao produto das cargas. A força é repulsiva se as cargas tiverem o mesmo sinal e atrativa se elas tiverem sinais opostos. (TIPLER, 2015, p.6)

$$\vec{F} = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \hat{r}$$

Onde q_1 e q_2 são cargas puntiformes, r é a distância entre elas, \hat{r} é o vetor unitário da reta que liga as duas partículas e k é a constante de Coulomb, que tem o valor de $8,99 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$.

4.2 O Grande Truque

A produção cinematográfica *O Grande Truque* (*The Prestige*) é uma obra dirigida por Christopher Nolan no ano de 2006 e distribuída por Warner Bros..



Figura 15 - Imagem de divulgação do filme "O Grande Truque".

A história se passa no século XIX, em Londres. Robert Angier (interpretado por Hugh Jackman) e Alfred Borden (interpretado por Christian Bale) são amigos aspirantes a mágicos e após um acidente no palco ambos passam a competir entre si. Borden passa a realizar um truque no palco e Angier fica obcecado em descobrir o segredo e superá-lo. O caminho de Angier e Tesla se cruzam e é ele quem irá desenvolver o grande truque para superar Borden.

O filme faz diversas referências às invenções de Nikola Tesla, como na cena onde ocorre o seguinte diálogo entre Angier e o ajudante de laboratório de Tesla:

“Nosso equipamento requer uma alta voltagem. Tesla eletrificou a cidade. Em troca, usa os geradores quando precisamos. Fazemos os testes enquanto os moradores dormem. O Sr. Tesla não quer assustar ninguém.”

“Onde estão os fios?”

“Exatamente.”

“Onde está o gerador?”

“Você viu na semana passada.”

“Ele deve estar a 16 km daqui.”

“25.” (44 min.)

Esse momento faz referência ao sistema sem fio desenvolvido por Tesla.

Em uma outra cena Robert Angier viaja até o Colorado (EUA) em busca de Tesla para desenvolver o seu grande truque. Tesla permaneceu por mais de um ano no Colorado para realizar melhorias e refinamentos de seus experimentos. (Tesla, 2012, p.79)

Analisando o filme, percebe-se um destaque a temas de eletricidade, particularmente, como:

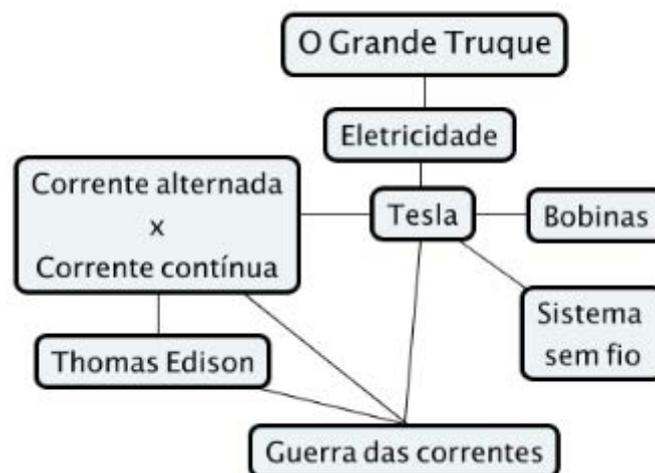


Figura 16 - Mapa conceitual relacionado ao filme "O Grande Truque"

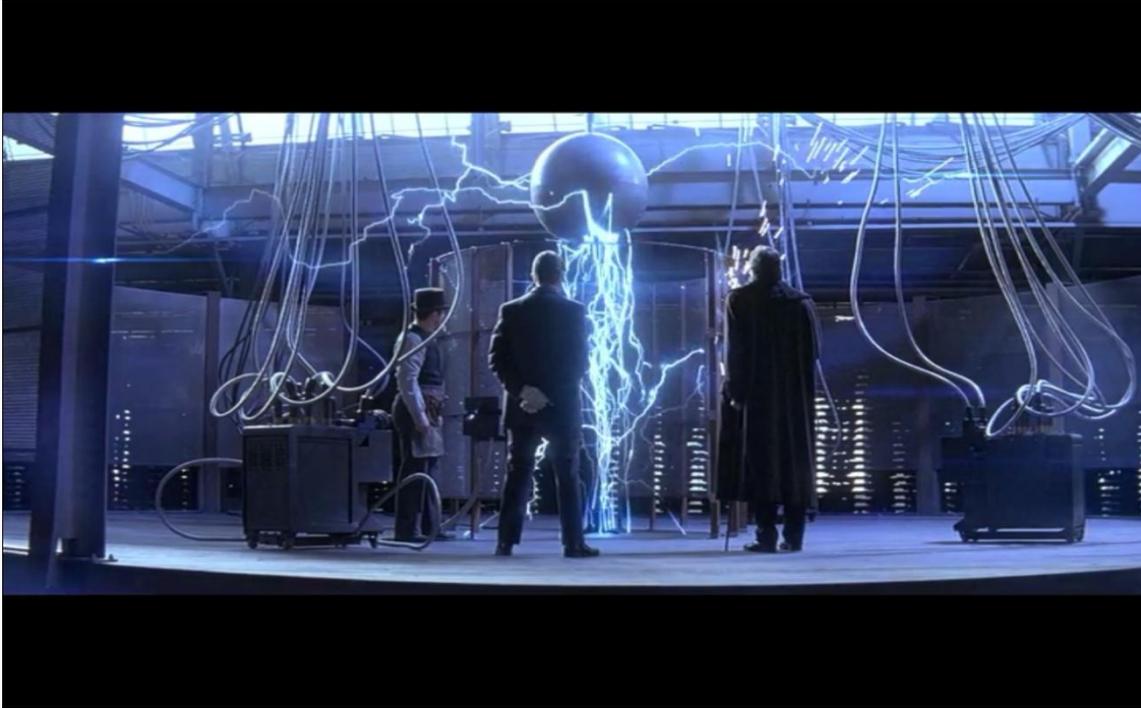


Figura 17 - Imagem retirada do filme "O Grande Truque" durante uma demonstração da bobina de Tesla.

- Bobina de Tesla:

A bobina de Tesla, como discutida no filme anterior, é um transformador ressonante capaz de produzir, sob altas frequências, tensões altíssimas capazes de produzir descargas elétricas.



Figura 18 - Imagem retirada do filme "O Grande Truque" durante a apresentação do mágico Angier onde ele passa pelos raios reproduzidos por uma bobina de Tesla.

- Sistema sem fio:

Tesla desenvolveu um sistema capaz de transmitir energia elétrica a distância de forma econômica, sem fio. Testes e medições minuciosos ligados a uma estação experimental de grande atividade, construída pelo inventor em Colorado (EUA), demonstraram que se pode transmitir qualquer quantidade de energia por todo o globo, se necessário, com uma perda de não mais do que uma pequena porcentagem. (TESLA, 2012, p.84)



Figura 19 - Imagem retirada do filme "O Grande Truque", mostrando o sistema sem fio desenvolvido por Tesla.

- Corrente alternada x Corrente contínua:

A corrente elétrica é definida pela taxa de fluxo de cargas através de uma superfície – tipicamente a seção transversal de um fio condutor. (TIPLER, 2015, p.145)

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

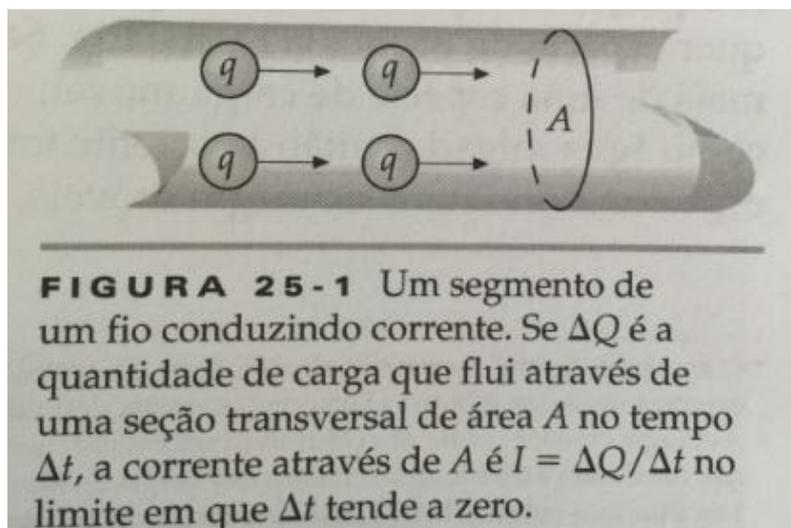


Figura 20 -Imagem retirada de Tipler (2015, p. 145) em que mostra a condução de corrente elétrica em um segmento de fio.

A corrente alternada se caracteriza pelo fluxo alternado dos elétrons dentro do fio, ou seja, o sentido da corrente elétrica varia várias vezes por segundo. Os elétrons fazem um movimento de vai-e-vem no fio.

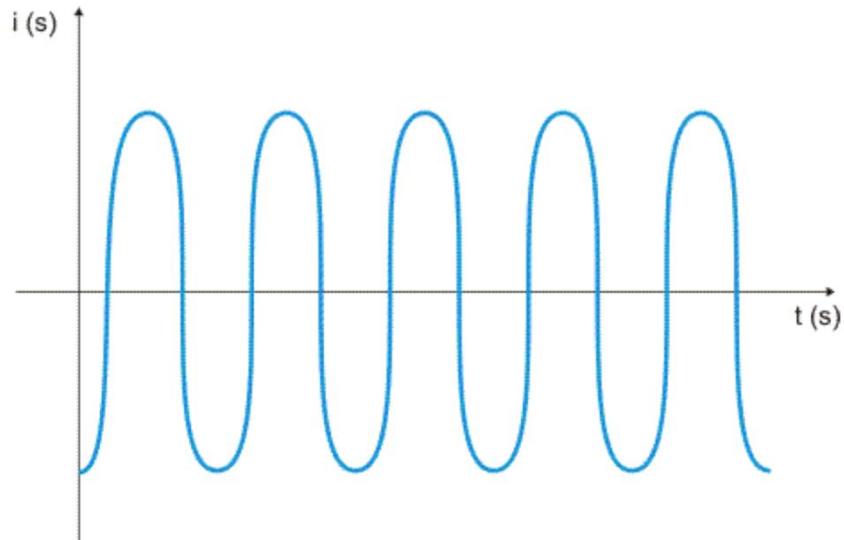


Figura 21 - Gráfico representando a corrente alternada (A) pelo tempo (s).

A partir da variação no movimento, a força necessária para gerar corrente é menor, sendo assim a corrente atinge valores de voltagem altos, podendo percorrer uma distância maior sem perder força.

A corrente contínua é o fluxo onde os elétrons se movimentam pelo fio em um único sentido, de um pólo para o outro, de maneira uniforme. Se considerarmos a maneira convencional, do pólo positivo para o negativo.

A corrente contínua tem uma perda muito grande e não resiste a ser transmitida a longas distâncias.

Por essas razões encontramos a corrente contínua em pilhas e baterias, por exemplo.



Figura 22 - Gráfico representando a corrente contínua constante (A) pelo tempo (s).

No caso da corrente contínua constante o fluxo de elétrons permanece na mesma intensidade todo período de tempo.

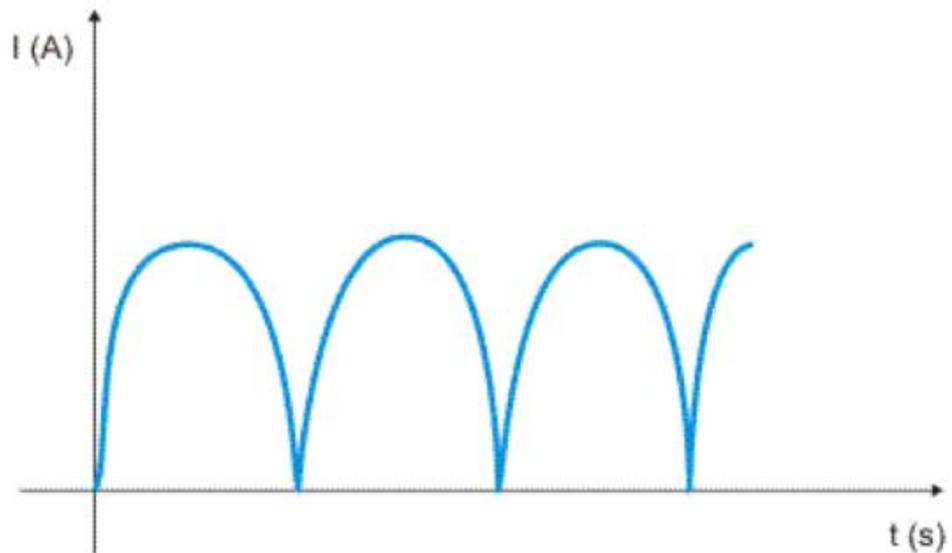


Figura 23 - Gráfico representando a corrente contínua pulsante (A) pelo tempo (s).

Na corrente contínua pulsante a corrente não altera seu sentido, o fluxo de elétrons dentro do fio se compõem de pulsos, passando por variações de intensidade ao decorrer do tempo.

- Guerra das Correntes:

A Guerra das Correntes foi um fato histórico ocorrido por uma disputa entre Nikola Tesla e Thomas Edison. Edison era defensor da corrente contínua principalmente por causa da sua empresa, a General Eletric, e Tesla defensor da corrente alternada, onde mais tarde foi apoiado pela empresa Westinghouse.

Edison atacava constantemente Tesla em público através de palestras, demonstrações e campanhas publicitárias para mostrar o suposto perigo da corrente alternada.

No filme, há algumas cenas que faz referência a esse contexto histórico. Uma cena, em particular, Tesla vai se apresentar em público, porém sua demonstração é cancelada por supostamente apresentar perigo a platéia. Seu ajudante de laboratório intervém falando que tudo foi obra de Thomas Edison.

4.3 Cidade das Sombras

O filme *Cidade das Sombras* (*City of Ember*) foi lançado em 2008, dirigido por Gil Kenan. Ele trata de um grupo de pesquisadores que constrói uma cidade subterrânea e superprotegida em decorrência do fim do mundo. A cidade de Ember foi planejada para durar 200 anos. Seu segredo seria passado de prefeito para prefeito, porém, no meio do percurso, um prefeito morre e o segredo fica perdido. Ao se aproximar dos 200 anos, o gerador da cidade começa a falhar e os recursos a se esgotar. Enquanto isso, dois adolescentes buscam uma saída até a superfície utilizando um misterioso mapa encontrado.



Figura 24 - Imagem de divulgação do filme "Cidade das Sombras".

Através deste filme, é possível discutir os conceitos apresentados abaixo:

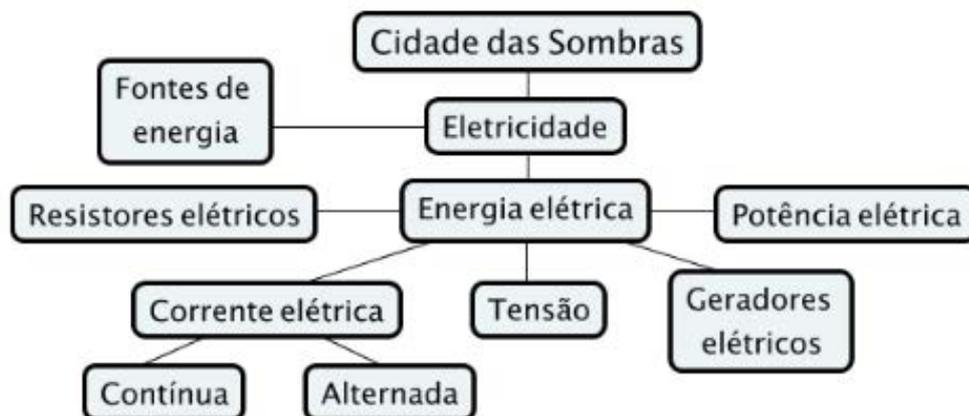


Figura 25 - Mapa conceitual relacionado ao filme "Cidade das Sombras".

A partir deste mapa conceitual iremos discutir os conceitos individualmente.

- Fontes de energia:

Foram abordadas as seguintes fontes de energia elétrica para discussão: energia hidrelétrica, eólica, termoelétrica, solar e nuclear. Porém, demos ênfase para o funcionamento de uma usina hidrelétrica, por ser a forma de produção de energia mais utilizada no país.

- Corrente contínua e Corrente alternada:

Também discutido no filme anterior, a corrente contínua se caracteriza pelo seu movimento em um único sentido. Ou seja, é sempre positiva ou negativa.

A corrente alternada é responsável pela produção de 99% da energia elétrica utilizada hoje em dia. A energia elétrica é produzida por geradores elétricos na forma de corrente alternada, que tem grande vantagem sobre a corrente contínua. A energia elétrica pode ser distribuída em grande regiões a tensões muito elevadas e baixas correntes para reduzir as perdas de energia devidas ao aquecimento. (TIPLER, 2015, p.297)

- Resistores elétricos:

Resistores elétricos são peças utilizadas em circuitos elétricos e são destinados, em geral, a limitar a intensidade da corrente elétrica. Existem resistores que transformam grande parte da energia elétrica que recebem em calor, por isso são muito usados na fabricação de aquecedores, chuveiros elétricos. (Bonjorno, José Roberto et. al., 2013)



Figura 26 - Representações de um resistor em um circuito.

- Tensão elétrica (ou diferença de potencial):

Tensão elétrica é definida como uma grandeza que permite ver a quantidade de energia elétrica que o gerador é capaz de liberar para cada uma das unidades de carga elétrica que passa por ele.

$$U = \frac{E_{el}}{Q}$$

- Potência elétrica:

A potência elétrica é definida pelo trabalho executado pelo sistema em um intervalo de tempo. Ou seja, a potência é a rapidez com que se realiza um trabalho em um determinado tempo.

$$P = \frac{\tau}{\Delta t}$$

Quando a corrente flui através de um resistor se produz calor. A liberação de energia em forma de calor indica que se está gerando potência na fonte de energia e que esta se dissipa na resistência.

O trabalho necessário para transportar a carga elétrica de um ponto ao outro, onde existe uma diferença de potencial U , pode ser calculado pela seguinte expressão:

$$\tau = q \cdot U$$

Fazendo as substituições necessárias, temos que:

$$P = i \cdot U$$

- Gerador elétrico:

Os geradores elétricos são aparelhos capazes de converter a energia de diferentes formas em energia elétrica. Um exemplo presente no dia-a-dia são as pilhas e baterias, onde ocorre a transformação da energia química em energia elétrica. Possui dois polos, sendo um positivo que corresponde ao maior potencial elétrico e outro sendo o negativo que corresponde ao de menor potencial elétrico.

5. PROJETO CINE FÍSICA NA ESCOLA

Após a escolha dos filmes e análise teórica dos conceitos encontrados, desenvolvemos o projeto “Cine Física” onde as obras foram exibidas na íntegra em uma escola da rede pública da cidade de Rio Claro – SP e fora do período de aula. A atividade tinha, em média, duas horas e meia de duração, divididas na apresentação do filme e discussão dos conceitos envolvidos. A divulgação era feita através de cartazes distribuídos nos murais da escola. Foram convidados os alunos do primeiro ao terceiro ano do Ensino Médio para participar da atividade.



Figura 27 - Imagem do cartaz de divulgação do projeto "Cine Física"

5.1 CINE FÍSICA: “O Aprendiz de Feiticeiro”



Figura 28 - Visão geral da sala onde aconteceu a prática do filme "O Aprendiz de Feiticeiro".



Figura 29 - Imagem dos equipamentos disponíveis para o “Cine Física”.

Estiveram presentes alunos do primeiro e terceiro ano.

Após a apresentação que durou em torno de duas horas, foram discutidos os conceitos físicos presentes no filme.



Figura 30 - Imagem durante a apresentação do filme "O Aprendiz de Feiticeiro".

Os alunos do primeiro ano ainda não haviam tido contato com a temática abordada no filme escolhido, normalmente previsto para o terceiro ano do ensino médio da disciplina Física.

Já os alunos do terceiro ano que tiveram contato prévio com a matéria não demonstraram ter o domínio sobre detalhes do conteúdo.

Dos alunos presentes, somente um não havia assistido ao filme anteriormente. Porém, nenhum assistiu com um olhar crítico aos fenômenos físicos apresentados.

Inicialmente foi pedido aos alunos que citassem alguma coisa ligada à Física presente no filme que eles conseguiram observar.

Foi unânime que todos citaram as diversas cenas onde aparecia o laboratório de trabalho do personagem principal, Dave Stutler.



Figura 31 - Imagem retirada do filme "O Aprendiz de Feiticeiro" onde mostra o laboratório de Dave Stutter.

Além disso, perguntamos se eles sabiam o nome de algum dos fenômenos físicos que ocorreu durante o filme. Não houve respostas.

Começamos a discussão a partir da gaiola de Faraday, apresentando um breve histórico da vida de Michael Faraday para mostrar como desenvolveu o que chamamos hoje de “gaiola de Faraday”, como a construiu e qual o seu funcionamento. Citamos também diversos exemplos de gaiolas presentes no nosso dia-a-dia, como os carros e aviões e explicamos a blindagem eletrostática, fenômeno comprovado através da gaiola.

Nesse momento, um aluno do primeiro ano interrompeu para comentar que no seu ensino fundamental um Professor havia construído uma gaiola de Faraday e apresentado para a sala. Constituiu-se de um rádio e papel alumínio. Ele não sabia explicar cientificamente o que acontecia na gaiola mostrada no filme, porém tinha uma noção superficial que foi reavivada devido a essa experiência apresentada ao longo de sua formação.

Em seguida, apresentamos a bobina de Tesla e um pouco da história de Nikola Tesla e suas diversas contribuições para a Física como, por exemplo, a construção das bobinas e como é possível observar as descargas elétricas mostradas no filme.

Por fim, tratamos um pouco como a magia era representada através da ciência. Onde alguns truques mostrados tinham uma explicação científica porém, nem sempre correta. E, ao final do filme, o personagem principal conseguiu vencer o mal com a ajuda do seu conhecimento de Física.

A atividade com o filme “O Aprendiz de Feiticeiro” proporcionou aos alunos a oportunidade de visualizar pelos “olhos” fantásticos do cinema alguns conceitos que até então haviam sido apresentados através de fórmulas e breves explicações oferecidas pelo material didático, como pode se observar com os alunos do terceiro ano do Ensino Médio.

Em relação aos alunos do primeiro ano, eles puderam observar, com as cenas apresentadas no filme, conceitos que irão aprender no terceiro ano e de modo que terão uma noção, mesmo que superficial, para facilitar a aprendizagem. Isso é plausível se considerarmos uma epistemologia de aprendizagem em que os estudantes são expostos em várias oportunidades a conceitos de Física, que podem se tornar mais consistentes e plausíveis, como é previsto pela Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel.

Segundo Pelizzari,

a teoria de aprendizagem de Ausubel propõe que os conhecimentos prévios dos alunos sejam valorizados, para que possam construir estruturas, como meio, mapas conceituais que permitem descobrir e redescobrir outros conhecimentos, caracterizando, assim, uma aprendizagem prazerosa e eficaz. (PELIZZARI, 2002, p.37)

5.2 CINE FÍSICA: “O Grande Truque”

Nesta prática estiveram presentes alunos do terceiro ano do Ensino Médio.

O filme é passado no século XIX, conta com diversos cortes de cena (ida e volta no tempo), o que pode tornar o filme um pouco difícil de se entender. Além disso, é um filme longo.

Devido a esses motivos, uma preocupação era se os alunos iriam conseguir acompanhar o filme e conseguir captar algum dos conceitos de Física apresentado.

Por isso, no meio do filme interrompemos a exibição para saber se estavam conseguindo entendê-lo. Isso ocorreu após, mais ou menos, uma hora de filme e durou poucos minutos, em torno de três, tempo suficiente para os alunos responderem que estavam conseguindo acompanhar.



Figura 32 - Imagem durante a apresentação do filme "O Grande Truque".

Após a apresentação, foi formada uma roda para analisar o filme e discutir os conceitos Físicos abordados pelo mesmo.

Como apenas alunos do terceiro ano estiveram presentes, as discussões foram muito interessantes, pois já tinham visto o conteúdo, como, por exemplo, bobinas de Tesla.

Ao perguntar para os alunos qual parte do filme com algum fenômeno físico mais chamou a atenção deles, a resposta foi unânime: foram as diversas cenas onde apareceu a bobina de tesla.



Figura 33 - Imagem retirada do filme "O Grande Truque".

Outro ponto interessante que foi conversado foi quando o mágico Robert Angier, interpretado por Hugh Jackman, no desespero, busca a ajuda de Tesla, Nikola Tesla, para desenvolver o grande truque.

O filme faz diversas ligações com a vida de Tesla apesar de que, no filme, ele é considerado um „mago“ por fazer aquilo que os mágicos não são capazes de fazer e foi possível discutir algumas invenções citadas além da bobina.

O filme também cita Thomas Edison e em vários momentos faz menções da briga entre Tesla e ele, conhecida como a “Guerra das Correntes”. A partir disso, foi desenvolvido os conceitos de corrente alternada e corrente contínua, explicando suas diferenças e o uso atual delas.

Após a discussão sobre a “Guerra das Correntes” um aluno fez uma observação bem interessante. Ele comparou a briga entre Tesla e Edison com a briga entre os mágicos Angier e Borden, onde um tenta desmerecer o trabalho do outro e sempre tentando um ser melhor que o outro.

Das cenas apresentadas da bobina de Tesla, os alunos questionaram como o Tesla quanto o mágico Angier passavam pelos raios emitidos pelas bobinas sem se ferir. A partir disso, discutimos a gaiola de Faraday e seu funcionamento, mostrando que nem sempre o filme será fiel com os conceitos científicos.

Essa atividade em particular foi muito interessante pelo fato dos alunos apresentarem algum conhecimento prévio sobre o assunto, facilitando encontrá-los durante o filme e também por terem levantado questionamentos e dúvidas durante a conversa. Um dos alunos presentes participou do “Cine Física” anterior e conseguiu fazer ligações com determinados conceitos abordados em ambos os filmes.

Ao final da apresentação entregamos para os alunos presentes uma impressão de uma página do livro didático Física de Bonjorno et. al. (2013) onde o filme era citado na parte de eletrostática para aprofundamento do assunto e, ao final, sugere duas questões sobre o tema para os alunos refletirem (Anexo1).

5.3 CINE FÍSICA: “Cidade das Sombras”

Nesta prática estavam presentes alunos do segundo e terceiro ano do Ensino Médio. Nenhum deles havia assistido ao filme até então.

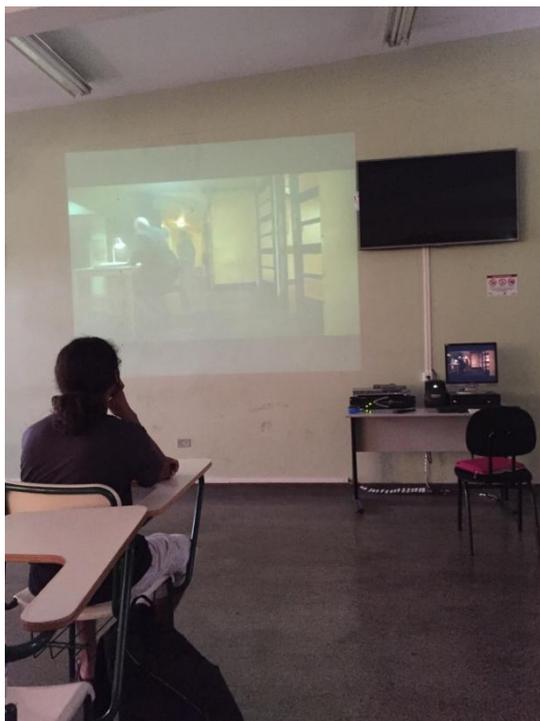


Figura 34 - Imagem durante a apresentação do filme "Cidade das Sombras".

Após a apresentação do filme, foi formada uma roda para discussão dos conceitos físicos envolvidos no filme.

Por se tratar de uma obra onde o fator principal é o gerador da cidade que está com os recursos limitados para seu funcionamento, comprometendo a energia elétrica fornecida aos moradores da cidade de Ember, foram discutidas as principais fontes de energia presente nos dias atuais, como as hidrelétricas, termoelétricas, eólicas, solares, nucleares.

Analisamos os prós e contras de cada uma e o combustível necessário para seu funcionamento. Os alunos aparentaram ter domínio total de todas as fontes e tiveram capacidade de responder tudo, sem apresentar dificuldades.

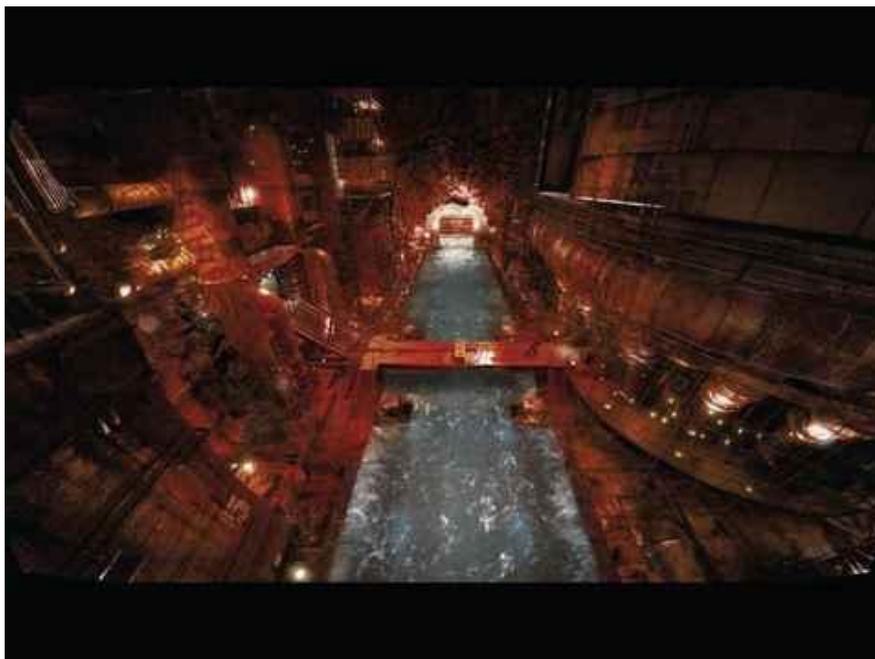


Figura 35 - Imagem retirada do filme "Cidade das Sombras" onde é possível ver o gerador elétrico citado no filme.

Após, a discussão foi focada no funcionamento das usinas hidrelétricas, principalmente no funcionamento do gerador elétrico e no caminho percorrido para a energia elétrica chegar até as residências.

A partir disso, discutimos as pilhas e baterias e até mesmo o funcionamento da tomada das residências, focando no significado e funcionamento de um gerador elétrico.

Discutimos também as diferenças de corrente alternada e corrente contínua, dando ênfase na alternada por ser utilizada nas casas atualmente.

Falamos sobre os diferentes tipos de circuitos elétricos (série, paralelo e misto), levando em consideração como é formado o circuito elétrico residencial.

Finalmente discutimos a potência elétrica e como é gerada uma conta de luz.

Um fato muito interessante que ocorreu nesta prática, em especial, foi uma aluna do terceiro ano citar a importância de utilizar filmes como fonte de estudo pois ao estudar alguns vestibulares de anos anteriores, se deparou com questões retiradas de obras cinematográficas.

5.4 CINE FÍSICA: Série e vídeos da internet

Nesta prática passamos o primeiro episódio da série *Revolution* criada por Eric Kripke em 2012. Porém, foi cancelada após duas temporadas em 2014. Ela foi transmitida pelo canal americano NBC.

A história da série se passa após um grande e misterioso apagão que toma conta do mundo e o cotidiano das pessoas se modifica completamente. Não existe mais energia elétrica e a tecnologia passa a fazer parte de um passado não tão distante. A série segue em torno da luta diária dos personagens para sobreviver diante da nova realidade.



Figura 36 - Imagem retirada da série "Revolution" durante o apagão que tomou conta do planeta Terra.

A partir desta série, foi possível realizar uma revisão da prática passada, do filme "Cidade das sombras" (*City of Ember*), onde foram abordados os processos da energia elétrica e sua geração e fazer uma reflexão com os alunos da dependência do ser humano em relação às tecnologias que se renovam em um espaço de tempo muito curto.

Após, foram apresentados quatro vídeos disponíveis na internet.

O primeiro vídeo³ é sobre o Pêndulo de Foucault, gravado no Panthéon em Paris, que mostra a experiência que Jean Bernard Leon Foucault fez para demonstrar a rotação da Terra.



Figura 37 - Imagem retirada do vídeo "Pêndulo de Foucault no Pantheon em Paris". (Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=xK2TXo_Sy38>. Acesso em 23 novembro 2015)

Através desse vídeo, observamos o pêndulo em ação e que nos permite discutir o seu funcionamento.

Nesse vídeo, em específico, foi mostrado ao aluno que além do aprendizado em si, o vídeo é capaz de proporcionar a possibilidade de que conheçamos lugares até então desconhecidos.

O segundo vídeo⁴ faz uma comparação entre os Planetas e Estrelas nas suas respectivas proporções reais. Desenhos e representações físicas dos tamanhos reais são de difícil reprodução, sendo assim, muitas vezes mostrado de maneira errada para os alunos. Através do vídeo é possível reproduzir de maneira correta.

³PAZIN, G. M. Pêndulo de Foucault no Pantheon em Paris. Disponível em https://www.youtube.com/watch?v=xK2TXo_Sy38, acessado em 23/11/2015.

⁴o SEU universo. Universo 3D | Comparação: Planetas e Estrelas. Disponível em https://www.youtube.com/watch?v=_VeqcTu_v-M, acessado em 23/11/2015.



Figura 38 - Imagem retirada do vídeo "Comparação: Planetas e Estrelas". (Disponível e <https://www.youtube.com/watch?v=_VeqcTu_v-M>. Acesso em 23 novembro 2015)

O terceiro vídeo⁵ mostra a vibração das cordas de um violão em uma filmagem realizada com um celular dentro do violão em que permite discernir elementos de cordas vibrantes.

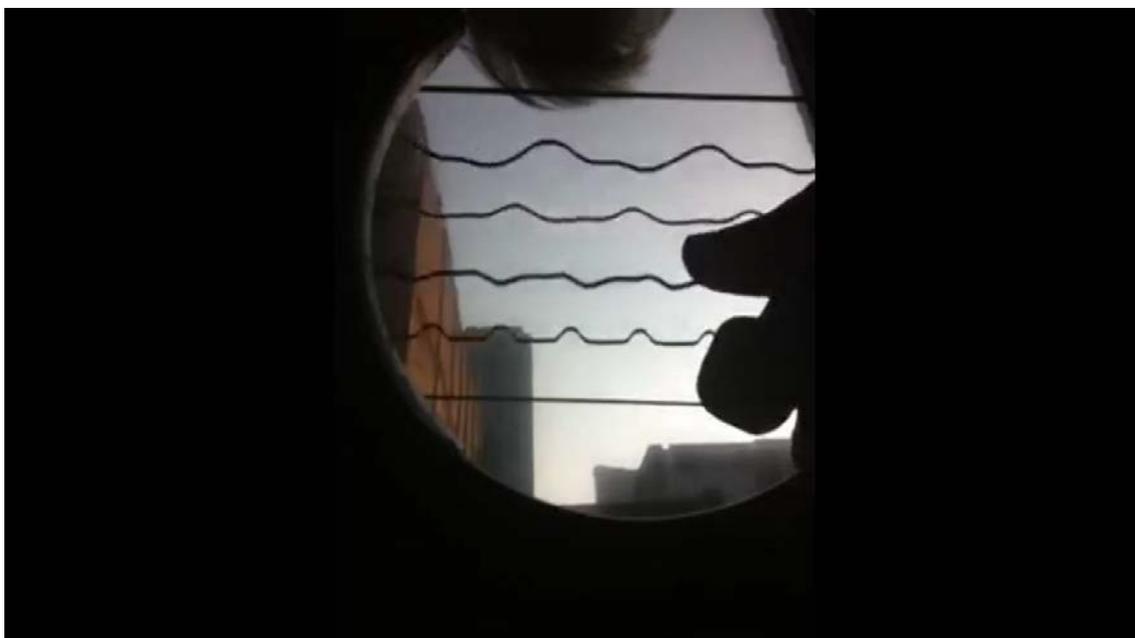


Figura 39 - Imagem retirada do vídeo da internet mostrando as diferentes vibrações nas cordas de um violão. (Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=liAu3zwiSvQ>>. Acesso em 23 novembro 2015)

⁵imarcospaulo. Músico captura vibração das cordas do violão com câmera de iPhone. Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=liAu3zwiSvQ>, acessado em 23/11/2015.

O último vídeo⁶ é um alerta para os alunos presentes pois, além da internet disponibilizar muito material de qualidade, é necessário verificar as fontes utilizadas.

O vídeo mostra que, ao dispor quatro celulares nas posições mostradas na figura abaixo, é possível estourar pipoca através das ondas eletromagnéticas emitidas pelos celulares, quando, na verdade, não é.



Figura 40 - Imagem retirada do vídeo da internet mostrando a disposição dos celulares. (Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=lg_dyD0Nsjw>. Acesso em 23 novembro 2015)

⁶bobtel08. Pop corn with cell phones. Disponível em https://www.youtube.com/watch?v=lg_dyD0Nsjw, acessado em 23/11/2015

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho observamos que o tema de Física é abordado em diversos filmes da indústria cinematográfica, vídeos encontrados na internet e séries da televisão. Em especial nos filmes escolhidos, vemos a Física sendo fator decisivo no desenrolar da trama, algumas vezes de forma simples e leve, outras que geram a necessidade de subsidiar os alunos com outras informações. Ou seja, podemos dizer que o cinema consegue introduzir diferentes temas da ciência em sua obra.

Em diversas obras existe assessoria para fornecer aos profissionais da indústria de cinema acesso a grandes cientistas e engenheiros para ajudar a trazer a realidade da ciência para as telas do cinema e da televisão (Brito e Nolasco, 2011, p.6). O exemplo mais recente é o filme Interestelar que contou com a ajuda do físico Kip Thorne para o desenvolvimento do filme.

Também é possível realizar uma decupagem do filme escolhido, facilitando encontrar os conceitos de Física para uma melhor organização de conteúdo.

Tais características permitem enxergar a produção cinematográfica como material potencialmente de interesse para o aprendizado em sala de aula.

Porém, o filme sozinho não é capaz de ensinar. O aluno precisa ser guiado por alguém, no caso o Professor, para apontar e direcionar a visão do aluno ao assistir uma cena. Uma aula com utilização de um filme pode tornar o ambiente agradável, deixando os alunos em uma situação de conforto.

Constatamos que com a utilização de filmes podemos ir além do caderno e da lousa, onde, em muitos casos, são os únicos recursos adotados pelo Professor, e superar algumas barreiras encontradas pelos alunos quanto a essa área do conhecimento, ao proporcionar aos estudantes uma oportunidade de “enxergar” a Física sob um outro ponto de vista e ver que a mesma vai além de equações matemáticas, que em diversos casos é a grande dificuldade no ensino da Física no nível da Educação Básica.

É possível através da alfabetização visual proporcionarmos ao educando um contexto de maior clareza, entendimento e menos mistificação em que ele possa ser um indivíduo ativo frente a construção de seu conhecimento. (ROSA; OLIVEIRA, 2008, p. 09)

Através do desenvolvimento do projeto “Cine Física” foi possível observar que nem sempre uma aula tradicional teórica é o suficiente para o aprendizado do aluno, principalmente quando se estuda eletromagnetismo.

Dessa forma, o uso do cinema como método para a deflagração de questões permite, ao Professor, mais um elemento para estimular o interesse dos alunos pela sutil complexidade da Física. Com efeito, representa um recurso visual complementar, que aproxima o cotidiano do aluno aos conceitos “abstratos” propostos no domínio das aulas de Física. (FERREIRA; ANDRADE, 2009, p. 07)

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

2001: Uma Odisséia no Espaço. EUA e Reino Unido: Stanley Kubrick Productions, 1968. P&B.

BICCA, Angela Dillmann Nunes; WORTMANN, Maria Lúcia Castagna. Olhando o presente a partir do futuro: a pedagogia do cinema de ficção científica. **Educação**, Porto Alegre, v. 36, n. 3, p.363-372, set. 2013.

BOBTEL08. Pop corn with cell phones. Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=lg_dyD0NsJw>. Acesso em: 23 Nov. 2015.

BONJORNO, José Roberto et al. **Física: Eletromagnetismo e Física Moderna**. 2. ed. São Paulo: Ftd, 2013.

BRITO, Carlos Eduardo Costa de; NOLASCO, Diego. O..**A Física dos filmes de Hollywood: Seria essa uma fonte segura de conhecimento?**.2011. 20 f. TCC (Graduação) – Curso de Física, Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2011.

CASSIARI, Edna Ribeiro. **UMA REFLEXÃO A RESPEITO DE POTENCIALIDADES E FRAGILIDADES NA IMPLANTAÇÃO DO MATERIAL DA PROPOSTA CURRICULAR DO ESTADO DE SÃO PAULO 2008**. 2011. 10 f. Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2011.

CIDADE das Sombras. Direção de Gil Kenan. EUA: Walden Media, 2008. (90 min.), P&B.

CONTATO. EUA: Warner Bros., South Side Amusement Company, 1997. P&B.

DEVOLTA Para o Futuro. Direção de Robert Zemeckis. EUA: Amblin Entertainment, 1985. (116 min.), P&B.

FERREIRA, Ricardo Alves; ANDRADE, Thiago Santos. CINEMA E ENSINO DE FÍSICA. Disponível em <www.cienciamao.usp.br/dados/snef/_cinemaeeensinodefisica.trabalho.pdf>. Acesso em: 26 nov. 2015.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos da Física: Eletromagnetismo**. 8. ed. Rio de Janeiro: Ltc, 2009.

IMARCOSPAULO. Músico captura vibração das cordas do violão com câmera de iPhone. Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=liAu3zwiSvQ>>. Acesso em: 23 nov. 2015.

IMPACTO Profundo. EUA: Paramout Pictures, 1998. P&B.

Instituto de Física - UnB. Disponível em <http://www.fis.unb.br/gefis/index.php?option=com_content&view=article&id=201&Itemid=320>. Acesso em: 22 nov. 2015.

Instituto de Física de São Carlos - USP. Disponível em <<http://www.ifsc.usp.br/~strontium/Teaching/Material20102%20FFI0106%20LabFisicall/01-IntroducaoEletrstatica.pdf>>. Acesso em: 22 Nov. 2015.

INTERESTELAR. EUA e Reino Unido: Yncopy Films, Lynda Obst Productions, Legendary Pictures, 2014. P&B.

MATRIX. EUA e Austrália: Village Roadshow Pictures, Silver Pictures, 1999. P&B.

MODIGLIANI – A Paixão pela Vida. EUA, França, Alemanha: Bauer Martinez Studios, 2004. P&B.

MORÁN, J. M. **O vídeo na sala de aula**. Comunicação & Educação, v. 2, p. 27-35, 1995.

O APRENDIZ de Feiticeiro. Direção de Jon Turteltaub. Produção de Jerry Bruckheimer. EUA: Walt Disney Studios, 2010. (109 min.), P&B..

O GRANDE Truque. Direção de Christopher Nolan. EUA: Warner Bros., 2006. (130 min.), P&B.

OLGA. Brasil: Europa Filmes, 2004. P&B.

O NOME da Rosa. Alemanha, França, Itália: Cristaldifilm, France 3 Cinéma, Les Films Ariane, 1986. P&B.

O SEU UNIVERSO. Universo 3D | Comparação: Planetas e Estrelas. Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=_VeqcTu_v-M>. Acesso em: 23 nov. 2015.

PAZIN, Gabriel Martins. Pêndulo de Foucault no Pantheon em Paris. Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=xK2TXo_Sy38>. Acesso em: 23 nov. 2015.

PELIZZARI, Adriana et al. TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA SEGUNDO AUSUBEL. **Psicologia Educação Cultura**, Curitiba, v. 2, n. 1, p.37-42, jul. 2002.

PEREIRA, Josias; PRADO, Thiago. A Decupagem de Direção: Gênese e Limitações Artísticas. In: XII CONGRESSO DE CIÊNCIAS DA COMUNICAÇÃO NA REGIÃO SUL, 12., 2011, Londrina. Anais... . Londrina: Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação, 2011. p. 1 – 14

PIASSI, Luís Paulo de Carvalho. **Interfaces didáticas entre cinema e ciência**. São Paulo: Livraria da Física, 2013.

PIMENTEL, Jorge Roberto. Livros Didáticos de Ciências: A Física e Alguns Problemas. **Cad. Cat. Ens. Fís.**, Rio Grande do Sul, v. 15, n. 3, p.308-318, ago. 2006.

REITZ, John R.; MILFORD, Frederick J.; CHRISTY, Robert W. **Fundamentos da Teoria Eletromagnética**. São Paulo: Campus, 1982.

REVOLUTION. EUA: Nbc, 2012. P&B.

ROSA, Aline Nunes da; OLIVEIRA, Marilda Oliveira de. Imagem cinematográfica e artes visuais: possibilidades de entrecruzamentos no ensino das artes visuais. **Visu**, [s.l.], v. 6, n. 12, p.254-267, 18 abr. 2012. Universidade Federal de Goiás. DOI: 10.5216/vis.v6i1ei2.18088.

SAMPAIO, J. L.; CALÇADA, C. S. **Física**. 2. ed. São Paulo: Atual Editora, 2005.

SÃO PAULO, Governo do Estado. CADERNO DO ALUNO. FÍSICA, Ensino Médio, 1a Série, Volume 1, 2014.

SÃO PAULO, Governo do Estado. CADERNO DO PROFESSOR. FÍSICA, Ensino Médio, 1a Série, Volume 1, 2014.

SÃO PAULO, Governo do Estado. CADERNO DO ALUNO. FÍSICA, Ensino Médio, 2a Série, Volume 1, 2014.

SÃO PAULO, Governo do Estado. CADERNO DO PROFESSOR. FÍSICA, Ensino Médio, 2a Série, Volume 1, 2014.

SÃO PAULO, Governo do Estado. CADERNO DO ALUNO. FÍSICA, Ensino Médio, 3a Série, Volume 1, 2014.

SÃO PAULO, Governo do Estado. CADERNO DO PROFESSOR. FÍSICA, Ensino Médio, 3a Série, Volume 1, 2014.

TAVARES, Romero. Construindo mapas conceituais. *Ciência & Cognição*. 2007.

TESLA, Nikola. **Minhas invenções**: A autobiografia de Nikola tesla. São Paulo: Unesp, 2012.

TIPLER, Paul Allen; MOSCA, Gene. **Física**: Eletricidade e Magnetismo; Óptica. 6. ed. Rio de Janeiro: Ltc, 2009.

THE Big Bang Theory. EUA: Cbs, 2007. P&B.

THE Flash. EUA: Warner Bros. Television Distribution, 2014. P&B.

ANEXOS

ANEXO 1

SAIBA MAIS SOBRE

O grande truque

Todo mundo tem um filme preferido. Independentemente do gênero, acabamos sempre por indicar aos amigos e familiares um ou outro filme de que gostamos. Chegamos a vê-los mais de uma vez: procuramos por detalhes, identificamos lugares conhecidos, decoramos parte dos diálogos, repetimos as mesmas piadas e movimentos dos atores. Os filmes viram referência nas nossas conversas: “Lembra aquela cena que o ator...”.

O Grande Truque (2006), de Christopher Nolan – adaptação do livro de mesmo nome, de Christopher Priest (1995) – não é daqueles filmes que mudam a vida das pessoas, mas tem algo de especial, um diálogo interessante entre a tecnologia por trás de um *show* de mágica e a ciência em si.

Dois mágicos rivais, outrora companheiros, disputam quem executa o melhor e mais complexo truque. Um deles conta com a ajuda de um exímio engenheiro, que desenvolve equipamentos que criam as ilusões para a plateia. Em busca do “grande truque”, um deles busca a ajuda de Nikola Tesla (1856-1943), cientista austríaco que obteve nacionalidade estadunidense. E é nesse ponto que o roteiro ficcional e a realidade se misturam.

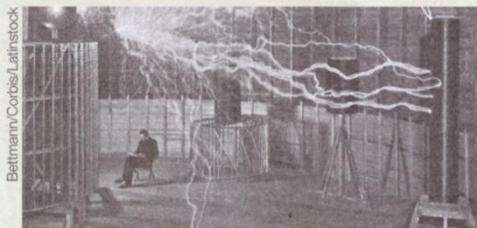
Nikola Tesla contribuiu no desenvolvimento do Eletromagnetismo e da Engenharia mecânica e eletrotécnica. Entre seus feitos está a demonstração da transmissão de ondas eletromagnéticas sem fio (rádio) e o motor de corrente alternada. Nos Estados Unidos, foi ajudante de Thomas Alva Edison (1847-1931), cientista estadunidense, e, anos mais tarde, por causa de uma desavença, foi seu adversário em uma contenda política conhecida como a “guerra das correntes”, na qual Tesla saiu vencedor, e depois da qual o governo estadunidense passou a utilizar a corrente alternada na distribuição de energia.

Tesla costumava apresentar suas inovações tecnológicas para o grande público de forma artística, quase como um mágico. Há registros do seu laboratório com as bobinas ligadas, descarregando eletricidade por toda a sala, como se houvesse raios que antecedem a chuva em um ambiente fechado. No filme, há uma cena que reproduz isso. As pessoas que assistiam a esses “espetáculos” pouco entendiam o que estava acontecendo, mas ficavam maravilhadas com os raios e com as lâmpadas sem fio que se ascendiam com um simples toque de mão de Tesla.

Por esses motivos e outros, que não cabe descrever aqui, esse filme merece ser visto e discutido, seja do ponto de vista científico, seja apenas pela diversão de se entreter com uma boa história. Quem faz o papel de Nikola Tesla é o cantor David Bowie.

Agora responda

- 1 Tesla costumava ficar abaixo de uma gaiola metálica enquanto raios de eletricidade eram descarregados sobre ela. Ele dizia que era extremamente seguro trabalhar assim. Por quê?



Tesla em sua gaiola metálica.

Porque no interior de condutores elétricos, o campo elétrico é nulo. Portanto, ele não corria riscos de receber descargas elétricas.

- 2 Na ilustração abaixo é possível perceber que a estrutura metálica do carro protege o motorista de um raio. Por que isso acontece?



A estrutura metálica do carro isola os ocupantes do campo elétrico externo. No interior dele, campo elétrico nulo.



APÊNDICES

APÊNDICE 01

Filme: O Aprendiz de Feiticeiro

Tempo (min.)	Cena	Conteúdo
18	Cai um raio na antena da rádio da Universidade e Dave, com suas habilidades físicas, conserta.	
20	Vista do laboratório com as bobinas de Tesla.	Bobinas de Tesla.
29	“Feitiçaria é ciência ou magia?”	
44	Bobinas de Tesla funcionando.	Bobinas de Tesla.
51	“O que são essas coisas”? “Bobinas de Tesla. Estava usando para gerar algo chamado plasma. O lance é que eu me fixei tanto nos detalhes técnicos que quase não percebo uma coisa linda. Acho melhor você entrar na gaiola.” (...) “Segure nesta barra, por favor.” (...) “Essas bobinas disparam a uma frequência tão alta que as faíscas literalmente criam ondas de som quando voam.”	Gaiola de Faraday.
95	Uso da bobina de Tesla para combater o mal (vilão).	

Filme: O Grande Truque

Tempo (min.)	Cena	Conteúdo
2	Cena mostrando o truque envolvendo bobina de Tesla.	
9	“Toda cidade possui eletricidade” “Sim, Senhor”.	Século XIX – Eletricidade.
10	Cena onde o mágico Angier é eletrocutado em um portão.	
11	Busca por Tesla para ajudar a desenvolver o grande truque.	Busca por Nikola Tesla, grande contribuinte da ciência.
15	Assistente de palco é amarrada e colocada em um tanque de água – acontece uma discussão em relação a dilatação da corda na água.	Dilatação.
22	“Um homem que faz o que os mágicos fingem fazer” – se refere ao Tesla como mago.	
44	“Nosso equipamento requer uma alta voltagem. Tesla eletrificou a cidade. Em troca, usa os geradores quando precisamos. Fazemos os testes enquanto os moradores dormem. O Sr. Tesla não quer assustar ninguém.” “Onde estão os fios?” “Exatamente.” “Onde está o gerador?” “Você viu na semana passada. “ “Ele deve estar a 16 km daqui.” “24.”	
45	Apresentação pública de Nikola Tesla. Porém, é interrompido antes mesmo de começar por questão de segurança. “Parte da campanha suja de Thomas Edison contra a corrente alternada superior do Sr. Tesla.”	Guerra das Correntes.
50	Laboratório de Tesla.	
51	“O que conduz eletricidade?” “Nossos corpos são capazes de conduzir e até mesmo produzir energia.”	
51	“Na primeira vez em que tentei mudar o mundo fui considerado um visionário. Na segunda vez pediram educadamente que eu me aposentasse.”	Referência a vida de Nikola Tesla.
58	Bobina de Tesla.	
80	Funcionários de Thomas Edison chegam em Colorado.	Referência a Guerra das Correntes.
85	Faíscas no truque.	
90	Laboratório de Tesla pega fogo.	
102	O grande truque envolvendo a bobina de Tesla.	

Filme: Cidade das Sombras

Tempo (min.)	Cena	Conteúdo
3	Cidade sofre um apagão (blackout).	
4	“O gerador é nossa única fonte de energia. Se ele falhar, a gente morre”.	Gerador elétrico.
12	A personagem do filme desenvolve um motor capaz de transformar a energia mecânica em energia elétrica.	Transformação de energia.
28	Cenas do gerador da cidade.	
72	Cenas dentro do gerador da cidade.	
78	Cena da corrente elétrica passando pelo gerador.	Corrente elétrica.