



Gilson Yuri Silva Moura

**MATERIAL AUXILIAR PARA O USO DO PRODUTO EDUCACIONAL:
A Física no Cinema: Recortes de filmes como recurso didático
articulado às demonstrações experimentais com suporte Arduino**

Vitória da Conquista - BA, Novembro de 2019

Sumário

Apresentação.....	124
Cenas Cinematográficas.....	126
Heurística para a Realização da Sequência Didática.....	128
Catálogo de filmes sobre Eletromagnetismo.....	131
Catálogo de filmes sobre Física Moderna.....	134
Experimento Efeito Hall.....	139
Experimento Microscopia de Tunelamento por Varredura.....	142
APÊNDICE D – Roteiro de Atividades.....	145
APÊNDICE E – Avaliação Diagnóstica.....	149
ANEXO A – Código-fonte do experimento do Efeito Hall.....	155
ANEXO B – Código-fonte do experimento STM.....	157
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	159

C.1 Apresentação

Este produto educacional refere-se à sequência didática utilizando cenas cinematográficas e suas contribuições para a motivação educacional do ensino de Física e sua ludicidade, este apresentado por um blog <https://afisicadocinema.blogspot.com/> e um canal no youtube. Assim como também este produto educacional consiste na utilização do Arduino como objeto facilitador no processo ensino-aprendizagem. Proponho contextualizar situações pedagógicas visando a reflexão na prática educacional e de estratégias didáticas com o uso de imagens cinematográficas, como também da inserção do Arduino no meio educacional através de experimentos que possam aproximar o conteúdo no cotidiano dos educandos.

Assim foi feito uma aproximação da Arte com a TDIC, no intuito de auxiliar o ensino de Física e disponibilizar aos professores uma fonte de cenas cinematográficas para serem trabalhadas durante as aulas expositivas, num catálogo que qualquer pessoa pode acessar, bem como os alunos. Além disso, permitir que o professor possa utilizar o Arduino de forma mais lúdica nos assuntos mais complexos da Física e que pouco são explorados no Ensino Médio, como a Física Moderna. Com isso, foi realizada uma Atividade de Estudo (AE), que consiste em um conjunto de ações, as quais estão associadas diversas operações (mentais ou práticas), propostas pelo professor a serem desenvolvidas pelo estudante. (ARRUDA, 2003)

O conceito atividade de estudo indica um dos tipos de atividade reprodutiva crítica dos estudantes. O que diferencia uma atividade de estudo de outras atividades é que a mesma tem um conteúdo e uma estrutura especial, ou seja, ela necessariamente exige um planejamento definido com finalidades a serem alcançadas. Nessa perspectiva, a atividade de estudo torna-se a principal nas atividades dos estudantes, sendo que, a partir da realização das atividades escolares, os mesmos desenvolvem a capacidade de organização para outras (ALBERTI, 2009).

Analisando imagens cinematográficas de forma divertida e mais próxima do público jovem, que demonstram desinteresse para com as disciplinas de exatas, como também da utilização de experimentos, que diverge do laboratório tradicional, pois auxilia a exploração do conteúdo com a modelagem computacional e com o suporte do Arduino. Neste material colocaremos os respectivos links para serem acessados e os conteúdos à serem trabalhados.

O advento do Cinema, no final do século XIX, trouxe para a sociedade um meio de “realizar sonhos”, mesmo que seja na imaginação do espectador, através de imagens que parecem realidade. A ficção científica é o gênero que mais fascina os aspiradores da Ciência que transforma o impossível em possível com a utilização de efeitos especiais e históricas fantásticas pelo desconhecido universo. A computação gráfica trouxe para as telas do Cinema o inimaginável, teletransporte, curas de doenças, robôs com sentimentos, viagens no tempo e pelo espaço, transportando quem assiste à outros planetas, galáxias e universos “audaciosamente indo, aonde nenhum homem jamais esteve”, parafraseando um dos filmes

mais famosos de “Scifi” (abreviação de Ficção Científica), que é o Jornada nas Estrelas ou Star Trek (título original).

Ensinar a Física tornou-se um obstáculo árduo para todos os professores, desde os que recentemente se formam nas diversas faculdades espalhadas pelo Brasil, seja particular ou pública, até os que já ensinam há muito tempo, com vasta experiência, e isso é reforçado pela falta de uma cultura científica, que a sociedade brasileira não está inserida, por questões estruturais e culturais. A realidade das nossas escolas e condições de trabalho corroboram as dificuldades de motivação e interesse pelas disciplinas de Ciência. Por isso, percebi que usando a Arte, o professor pode aproximar os jovens de uma cultura científica, mesmo que seja simplório o intuito de reverter a situação da educação no país apenas aproximando a Arte da Ciência, até porquê sabemos que existe um projeto para não dar certo, como Darcy Ribeiro salientou. Contudo, vale a pena analisar, discutir e trabalhar com cenas cinematográficas, pois foi com a maioria desses filmes que há anos atrás, me motivou a estudar a Física e fazer o curso de licenciatura na área das Ciências. Observa-se forte envolvimento, participação ativa e interesse parcialmente dos alunos no processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos da Física mediante o uso da discussão de erros em cenas de filmes que permeiam principalmente o assunto que corroboram o Magnetismo e a Física Moderna.

Por fim, proponho nesta pesquisa uma investigação do conteúdo de Eletromagnetismo e de Física Moderna abordados em cenas cinematográficas, na modelagem computacional que são objetos motivadores e facilitadores para o ensino e aprendizagem, no intuito de verificar se esses objetos podem auxiliar o entedimento de conceitos físicos complexos e que requer abstração.

Escolhemos o Arduino porque ele é uma revolução no que tange a utilização de modelagem computacional em experimentos de Física. O Arduino é um microcontrolador que faz a ponte entre o computador e o experimento utilizando softwares para facilitar o seu manuseio. Com o Arduino é possível realizar diversos experimentos com sensores de posição, de temperatura, de luminosidade, de pressão, de vento, de umidade, enfim, é incontestável a diversidade de utilização deste microcontrolador para aplicação na Física. A Física Moderna é algo aspirante para a sétima arte, traz temas que abordam diversos estudos científicos ou possíveis descobertas de modo fantástico e visionário. Proponho nesta pesquisa um estudo sobre filmes do gênero de ficção científica, pois estes são objetos motivadores e facilitadores para o ensino e aprendizagem. A utilização das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC), além de permear nosso cotidiano, tem sido cada vez mais presente em sala de aula. Por tanto, a necessidade de se investir no conhecimento dessas novas tecnologias que auxiliam no processo de ensino-aprendizagem torna-se à priori, necessária formação adequada para esses educadores, e à posteriore, circunspeção no sentido de não prejudicar o aprendizado tangenciando o uso das TDICs.

C.1.1 Cenas Cinematográficas

O blog foi feito no intuito de facilitar o acesso aos vídeos editados pelo autor. De maneira que são comentados e têm seus conteúdos relacionados no fim de cada vídeo e no subtítulo de cada vídeo, tanto no canal do youtube quanto no blog. Canal feito pelo autor da dissertação para acesso público: O blog apresenta um breve resumo sobre a cena de cada



filme que foi trabalhado na sequência didática, facilitando assim a utilização dos vídeos, mesmo que o professor e os alunos não tenham assistido os filme. Para começar a assistir o



vídeo é só clicar no triângulo posicionado no centro da publicação, para a experiência ficar melhor, é só colocar em tela cheia, recomenda-se assistir em sala escura, pois normalmente nas escolas públicas o data show não tem qualidade e precisa de local escuro. Como é feito durante a aula, só pode ser acessados com uma internet, e infelizmente, sabemos que isso não é uma realidade dos colégios públicos do Brasil, raros são os casos que se têm internet



com qualidade e que seja de acesso aos professores e aos estudantes, principalmente os periféricos e de zona rural. para aumentar a tela cheia, veja o exemplo da ilustração.



C.1.2 Heurística para a Realização da Sequência Didática

Nessa seção encontra-se os passos que foram feitos para a aplicação da Sequência Didática, determinando o número de aulas e a descrição da atividade feita. A tabela 7 apresenta os processos da Sequência Didática.

Tabela 7 – Sequência Didática do produto educacional aplicado pelo projeto proposto.

Atividade	Descrição da Atividade	Tempo Didático
Exibição de cenas cinematográficas sobre Eletromagnetismo (corte de filmes de no máximo 5 minutos cada).	Exibir as cenas cinematográficas sem fazer intervenções. Debater as hipóteses propostas pelos diretores. Verificar os possíveis erros e contradições com as Leis da Física. Analisar as cenas novamente e tirar conclusões a respeito do mesmo. Discussão coletiva sobre os conceitos físicos abordados nas cenas. Ordem dos filmes: A Hora da Escuridão, De Volta Para o Futuro, O Aprendiz de Feiticeiro, Avatar (2009), Sunshine - Alerta Solar, Wild Wild West, Alta Frequência, O Núcleo, 2012, Power Rangers, Jurassic Park	1 Aula.
Exibição de cenas cinematográficas sobre Física Moderna (corte de filmes de no máximo 5 minutos cada).	Ordem dos filmes: Guardiões das Galáxias, Anjos e Demônios, Doutor Estranho, Donnie Darko, Além da Escuridão, Contato, A Máquina do Tempo, Interstellar	1 Aula.

<p>Apresentação do Arduino como ferramenta de pesquisa.</p>	<p>Apresentação sobre Linux através de slides, breve histórico e utilizações (O que é Software Livre?). Apresentação sobre Arduino através de slides, breve histórico e utilizações. Reconhecimento físico e virtual do Arduino. Instalação do Viewduino, Ardublock e Arduino IDE.</p>	<p>1 Aula.</p>
<p>Aplicação da situação-problema levantada pela discussão das cenas cinematográficas através do experimento utilizando o Arduino.</p>	<p>Realização do experimento Efeito Hall. Coleta de dados para a realização do experimento. Aplicação do conhecimento adquirido durante as aulas e discussões sobre o conteúdo. Produção do experimento do Efeito Hall feito pelos alunos com a ajuda e supervisão do professor, utilizando o Arduino.</p>	<p>2 Aulas.</p>
<p>Aplicação da situação-problema levantada pela discussão das cenas cinematográficas através do STM (Microscopia de Tunelamento por Varredura).</p>	<p>Realização do experimento feito com bolinhas de isopor e arduino que demonstram o procedimento da Microscopia de Tunelamento por Varredura. Além disso, é passado um vídeo com uma explicação prévia do que vem a ser o STM e como é feito a varredura de uma substância e a captura de sua imagem.</p>	<p>2 Aulas.</p>

Avaliação Diagnóstica	Além de realizar o experimento, o aluno preencherá um questionário sobre o estudo feito através do Arduino, seguindo os passos proposto por Borkulo: Aplicação, Criação e Avaliação. No questionário o aluno analisará gráficos, respondendo por assertivas quais são mais adequadas ao experimento feito. Avaliará hipóteses para verificar o entendimento sobre o experimento e os conceitos físicos.	1 Aula.
-----------------------	---	---------

C.1.3 Catálogo de filmes sobre Eletromagnetismo

Nesta seção, abordaremos os filmes que pode-se trabalhar com o conteúdo do Eletromagnetismo, com os assuntos sobre Gaiola de Faraday, Poder das Pontas, Pólos Magnéticos, Materiais Diamagnéticos, Circuitos Elétricos, Ondas Eletromagnéticas, Formação de Auroras Boreais, Fenômenos Magnéticos como o Campo Magnético Terrestre etc. Além disso, na tabela encontra-se os recortes dos filmes com seu tempo específico retirado do filme, o que facilita a busca pela cena cinematográfica na película.

Tabela 8 – Catálogo de filmes sobre Eletromagnetismo.

Filme	Cena	Conteúdos
A Hora da Escuridão (2011)	Na Embaixada dos Estados Unidos, na Rússia, os sobreviventes de um ataque alienígena encontram um rádio dentro de uma gaiola de metal, no intuito de que as “criaturas” não os encontrassem, pois estas “atraem-se” por qualquer aparelho eletrônico. (31 a 33 minutos).	Gaiola de Faraday e Ondas Eletromagnéticas.
De Volta Para o Futuro (1985)	Marty McFly e Doc Brown precisam de energia para ligar o seu Delorean, no intuito de viajar no tempo. Eles utilizam um para-raios conectado ao carro para assim o ligar e “voltar ao futuro”. (1 hora e 35 minutos até 1 hora e 40 minutos)	Poder das pontas, circuitos elétricos, condutores e isolantes elétricos.
O Prendiz de Feiticeiro (2010)	Dave fica dentro de uma gaiola com suportes isolantes, enquanto a parte externa é eletrizada intensamente (41 à 44 minutos). 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”, possibilitando até composição de músicas, como é feito no filme. (52 a 53 minutos)	Blindagem eletrostática, observada na gaiola de Faraday, física molecular, energia eletromagnética e plasmas.

Avatar (2009)	Os cientistas, que podem estar conectados ou desconectados, “in” ou “out”, e por isso permitem a ponte para a descoberta de um novo mundo, de novas realidades, de expansões de consciência. Neytiri e Jake Sully voam entre as lindas ilhas flutuantes no planeta chamado Pandora. (57 a 59 minutos)	Materiais diamagnéticos, fluorescência, efeitos quânticos e antimatéria.
Sunshine - Alerta Solar (2007)	Uma expedição, a Icarus II, trafega em direção ao Sol a fim de detonar uma bomba atômica que lhe dará novo fôlego, tirando-o do iminente coma. A tripulação viaja em direção à luz ainda forte do combalido Sol, mas imersa numa escuridão extrema, atrás do escudo térmico que protege a nave do calor solar.(2 a 5 minutos)	Propagação da luz, fusão nuclear, vento solar, ondas eletromagnéticas e radiação.
Wild Wild West (1999)	O capitão do exército James West (Will Smith) e o delegado federal Artemus Gordon (Kevin Kline) correm de duas grandes circulares navilhas atraídas por uma coléira feita de metal. (1 hora e 1 minuto até 1 hora e 4 minutos)	Pólos magnéticos e princípio da atração e repulsão.
Alta Frequência (2000)	Um dia antes do aniversário da morte do pai, em meio a uma terrível tempestade, John encontra o rádio velho de seu pai. Apesar da estática, ele consegue conversar com um homem que diz ser um bombeiro e que jogou nas World Series de 1969, assim como seu pai.(8 minutos até 10 minutos)	Efeito da aurora boreal, do magnetismo terrestre e dos ventos solares.

<p>O Núcleo (2003)</p>	<p>A paralisação do núcleo da Terra é tão desastrosa porque ela proporciona a deteriorização do magnetismo da Terra e, conseqüentemente, da atmosfera.</p> <p>Devido a essa parada de movimentação dos materiais presentes no interior do núcleo da Terra, houve um enfraquecimento do campo magnético terrestre, visto que ele depende da movimentação de cargas para existir.</p> <p>Com isso, começam a acontecer fenômenos como tempestades magnéticas e auroras.</p> <p>Em Boston, 32 pessoas com marca-passos, todas numa área de dez quarteirões, morrem inesperadamente.(2 a 3 minutos)</p> <p>Em São Francisco, a ponte Golden Gate cai, matando centenas de pessoas. Na praça Trafalgar, em Londres, bandos de pombos perdem a noção de navegação e se jogam contra os transeuntes e contra os pára-brisas dos carros fazendo com que os motoristas percam o controle dos veículos. Em Roma, milhares de turistas observam uma super-tempestade elétrica transformar em pó o Coliseu (7 minutos até 9 minutos). No filme é passada uma ideia de um “Laser Sônico” que a nave usa para escavar, além do uso de ogivas nucleares para impulsionarem o movimento do núcleo.</p>	<p>Calor e resistência dos materiais. Auroras, radiação cósmica, Lei de Àmpere e Campo magnético terrestre.</p>
------------------------	--	---

	<p>Na trama também é apresentado um material fictício para a construção da nave, nomeado como “unobtainium”, derivada da palavra inglesa “unobtainable”, ou seja, que não é possível obter. Pensando nas teorias, nos materiais e nas possibilidades essa nave não teria como aguentar o calor e a pressão do centro da Terra, além, é claro, da não existência do material para a construção da nave. (1 hora 53 minutos até 1 hora 55 minutos)</p>	
2012 (2009)	<p>Na trama, devido a bombardeamentos de erupções solares, o núcleo da Terra começa a aquecer a um ritmo sem precedentes, provocando o deslocamento da crosta terrestre. Isso resulta em vários tipos de cenários apocalípticos, que vão desde a Califórnia caindo no Oceano Pacífico, a erupção do supervulcão de Yellowstone, grandes terremotos e vários megatsunamis ao longo de cada costa na Terra. (1 hora e 2 minutos até 1 hora e 4 minutos)</p>	Inversão dos polos magnéticos.
Power Rangers (2017)	<p>O protagonista encontra-se numa situação, em que ele está com uma tornozeleira eletrônica, e fica em prisão domiciliar. O seu amigo “nerd” o ajuda a fugir realizando uma gaiola de faraday em volta da sua perna, para que a tornozeleira perca o sinal. (13 minutos até 14 minutos)</p>	Blindagem Eletrostática.

C.1.4 Catálogo de filmes sobre Física Moderna

Nesta seção, abordaremos os filmes que pode-se trabalhar com o conteúdo de Física Moderna, com os assuntos sobre Viagem no Tempo, Relatividade Especial (Restrita), Distorção Espacial e Temporal, Mecânica Quântica, Aceleradores de Partícula, Fusão e Fissão Nuclear, Efeito Tunelamento, Física de Partículas, Teletransporte etc. Além disso,

na tabela encontra-se os recortes dos filmes com seu tempo específico retirado do filme, o que facilita a busca pela cena cinematográfica na película.

Tabela 9 – Catálogo de filmes sobre Física Moderna.

Filme	Cena	Conteúdos
Guardiões da Galáxia (2017)	<p>O empolgante combate inicial é o suficiente para fazer o espectador vibrar com os heróis. Os combatentes espaciais são surpreendidos por um campo de asteróides quânticos, numa perseguição eletrizante. Sabemos que na cena não fica explícito os efeitos quânticos, apenas vemos asteróides sumindo e aparecendo “do nada”, essa explicação só pode ser entendida através do estudo dos efeitos quânticos. (17 a 18 minutos).</p>	<p>Efeitos tunelamento e efeitos quânticos.</p>
Anjos e Demônios (2009)	<p>Robert Lagdon precisa salvar o planeta Terra de uma ameaça quântica, uma caixa de cerca de 30 centímetros contém uma substância de antimatéria capaz de implodir a cidade do Vaticano (1 hora e 57 minutos até 2 horas). No filme, o Grande Colisor de Hádrons (LHC) produz antimatéria, mas na realidade seriam necessários dez vezes a idade do universo. “Uma caixa dessas para antimatéria realmente existe, só que ela tem as dimensões de um quarto”. Esse um grama da esquisita substância – com o mesmo volume de matéria convencional – teria um poder explosivo de cerca de 40 quilotons de TNT, o que corresponde a três bombas de Hiroshima. (3 minutos até 9 minutos)</p>	<p>Antimatéria, acelerador de partículas e Big Bang.</p>

<p>Doutor Estranho (2011)</p>	<p>No filme, o personagem se torna um mago capaz de viajar para realidades paralelas. Parte de um multiuniverso que existiria subjacente ao universo em que vivemos. Todo evento quântico dividiria a realidade em dois mundos alternativos. Um mundo onde o evento aconteceu e outro onde ele não aconteceu. Outro tema abordado em filmes como “Doutor Estranho” é a da relação mente corpo. Afinal, o que é a mente, a nossa consciência de que somos e estamos em algum lugar? Uma teoria diz que a mente é produto do funcionamento dos neurônios, que, por sua vez, é o produto da ação de partículas subatômicas como quarks e bósons. O que permite ao Doutor Estranho usar sua mente para ter acesso as múltiplas realidades e dimensões. (28 a 32 minutos).</p>	<p>Universos paralelos, viagens através do buraco de minhoca, partículas elementares e efeitos quânticos.</p>
<p>Donnie Darko (2001)</p>	<p>Donnie Darko é um jovem que acorda em lugares estranhos. Ele descobre que pode controlar o tecido espaço-tempo, e precisa salvar o mundo em menos de 28 dias 6 horas 42 minutos e 12 segundos, além de ter que voltar no tempo e tentar salvar sua “amada”. Tudo começa quando uma turbina de avião viaja por um buraco de minhoca e cai na sua cama. (1 hora e 39 minutos até 1 hora e 41 minutos)</p>	<p>Teoria da Relatividade, a Dilatação no Tempo e o Buraco de Minhoca.</p>

Star Trek (2009)	<p>Para salvar o amigo Kirk quebra o protocolo mais importante, a de confidencialidade da missão e mostra a Enterprise para uma população inteira que nem se quer tinham descoberto a roda (em uma cena fantástica com a Enterprise saindo de dentro do mar), para conseguir salvar Spock colocando ele próximo do raio de teleporte.(5 até 9 minutos)</p>	Teletransporte e efeitos quânticos.
Contato (1997)	<p>Através de mensagens vindas do espaço, uma cientista codifica-o e contrói um espaçonave que pode viajar pelo espaço-tempo, Ellie é posta em contato com outra dimensão e faz o contato com seres que utilizam imagens de sua memória afetiva e explicam dentre outras questões que existem conhecimentos que devem ser passado para que o universo não sejam destruídos pela ação dos seres que nele habitam.(1 hora e 33 minutos até 1 hora e 44 minutos)</p>	Universos paralelos e buraco de minhoca.
A Máquina do Tempo (2002)	<p>Alexander Hartlegen é um cientista que acredita piamente que seja possível viajar no tempo. Após sua namorada Emma ser assassinada, ele decide então passar da teoria à prática e consegue construir uma máquina do tempo. Só que, ao testá-la, Alexander viaja mais de 800 mil anos rumo ao futuro, onde encontra o planeta Terra apocalíptico. (20 minutos até 24 minutos)</p>	Viagem no tempo.

<p>Interestellar (2014)</p>	<p>No filme a questão dos buracos negros giratórios, cuja existência já foi comprovada cientificamente pelo astrofísico Kip Thorne, que deu uma assessoria a Nolan na hora da produção do roteiro. Esses buracos conseguem mudar a forma do espaço ao redor deles, em um processo chamado “frame dragging”. Essa deformação de espaço acaba afetando outros fatores também, como a noção de espaço-tempo das regiões próximas. No caso do filme, em que o personagem consegue fazer a transição pelo buraco negro, fisicamente falando, ele possivelmente seria destruído pela gravidade. Fique atento também aos conceitos de “wormhole” ou “buraco de minhoca”, tanto faz o nome – a complexidade é a mesma. Se você quiser entender o que é isso, imagine uma espécie de portal mágico, pois, ainda que a questão não seja mística, dá para visualizar melhor. Outro conceito explorado no filme é o de “dilatação gravitacional do tempo”, que é um fenômeno verdadeiro e que está diretamente associado à relatividade do tempo, princípio da Teoria da Relatividade Restrita de Einstein. Funciona assim: em regiões de forte influência da gravidade, o tempo passa de maneira mais lenta em comparação com regiões de menor atração gravitacional, como é o caso da Terra. (1 hora até 1 hora e 3 minutos).</p>	<p>Buracos Negros, Relatividade Geral e Especial.</p>
-----------------------------	---	---

<p>Interestellar (2014)</p>	<p>Uma vez que buracos negros têm maior atração da gravidade, dá para entender por que o tempo lá é mais devagar do que em nosso planeta. Por isso, a pessoa próxima a um buraco negro acaba envelhecendo mais lentamente do que quem está na Terra. Outro fato curioso: cada região cósmica tem uma relação temporal única. Agora, para explicar qual é a maluquice envolvendo a tal “realidade de cinco dimensões”, precisamos recorrer ao físico mais querido da garotada: Albert Einstein. Ele passou três décadas estudando a teoria do campo unificado, que mistura a forma matemática entender a gravidade com as três forças fundamentais da natureza: a forte, a fraca e a eletromagnética.</p>	<p>Buracos Negros, Relatividade Geral e Especial.</p>
-----------------------------	--	---

C.1.5 Experimento Efeito Hall

No Arduino podemos utilizar o sensor para verificar se um objeto magnético se aproxima do mesmo. O sensor hall funciona com uma simples chave ou botão, sendo que, na ausência de campo magnético, o sensor envia o sinal 1 (HIGH) para o Arduino, e ao detectar algum campo magnético, a porta vai à nível 0 (LOW). O sensor de Efeito Hall quando submetido



Figura 52 – Detectando campos magnéticos com o Sensor Hall.

a uma tensão de entrada sobre um campomagnético perpendicular à direção da corrente gera a tensão Hall em seu terminais em uma terceira direção no espaço sendo perpendicular as duas anteriores, corrente e campo. Dentro do sensor existe um circuito integrado que inclui um componente que possui sensibilidade ao Efeito Hall, um amplificador linear e um transistor CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor). A utilidade do amplificador é que como o valor de tensão Hall tende a ser baixo, o amplificador ajuda amensuração do sinal.

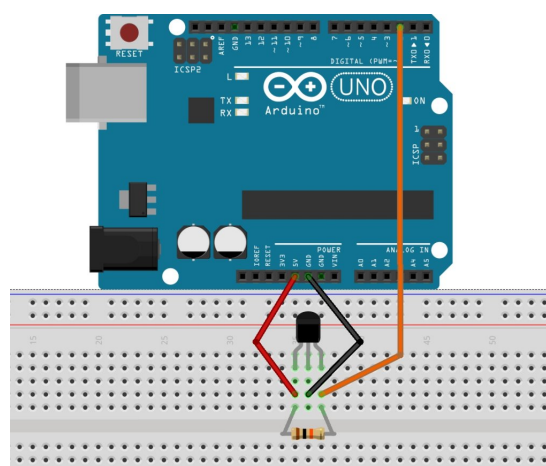


Figura 53 – Detectando campos magnéticos com o Sensor Hall.

Como mostrado na Figura 52, o sensor tem três pinos, Vcc, GND e Sinal, sendo o Vcc a alimentação, que é de tensões 4,5 à 24 volts DC; o GND é o terra, em que o nível lógico é sempre 0; e o Sinal é responsável pela saída de dados. O esquema a ser feito junto ao protoboard e os fios está especificado na Figura 53. Esse módulo pode ser alimentado (pino central) com os próprios 5v do Arduino (tensão máxima suportada pelo módulo é de 24v DC). Conecte o pino da esquerda (-) ao GND e o pino da direita (S) à porta digital do seu Arduino. Os materiais necessários para realizar o experimento estão listados na Tabela 10, com seus respectivos custos.

Tabela 10 – Materiais necessários para o experimento do Efeito Hall.

Material	Custo
Arduino Uno	29,99
Placa Protoboard	17,00
Sensor Hall	6,90
Fios	1,00
Total	54,80

C.1.6 Experimento STM

Para realizar o experimento que faz alusão à Microscopia de Tunelamento por Varredura, foi utilizado o Arduino Nano, e não Uno. Através deste experimento podemos entender como funciona o efeito quântico de tunelamento, uma possibilidade de verificar experimentalmente este efeito, ainda que por analogia, consiste em realizar um aparato que faz alusão ao STM, e não realmente realizando o procedimento de produzir imagens da matéria através da Microscopia. No experimento, a agulha do STM é representada pela bolinha de isopor maior, podendo ser aberta, e assim verificando onde foi colocado o Arduino e a placa que faz as devidas ligações com os leds, o buzzer (que emite som) e a bateria, assim como o Sensor Hall. Além disso, também é utilizado um voltímetro para medir tensão. A Figura 54 ilustra o modelo de demonstração do experimento da Microscopia de Tunelamento por Varredura. Como a placa protoboard não cabe dentro da

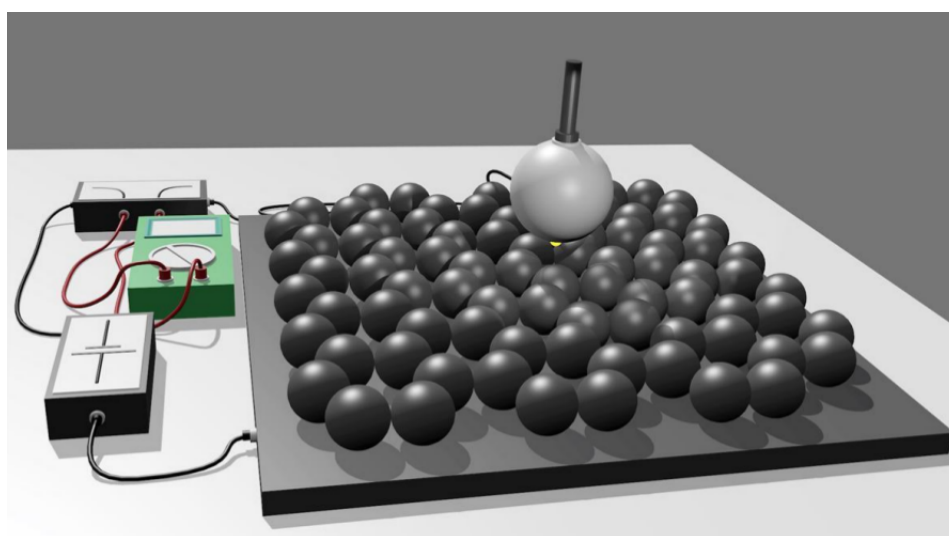


Figura 54 – Fonte: Microscopy and imaging science: practical approaches to applied research and education.

Bolinha maior de isopor, foi fabricado uma placa do circuito para melhorar a movimentação na realização do experimento, devido ao fato de ser necessário passar o sensor Hall pelas bolinhas menores de isopor, que representam átomos de carbono. Tanto o experimento do Efeito Hall clássico, quanto o do modelo de demonstração, baseado no dispositivo Hall, para Microscopia de Tunelamento por Varredura, podem ser facilmente reproduzíveis, devido ao baixo custo dos materiais. Infelizmente a confecção da placa do circuito do segundo experimento é complexo e requer maior conhecimento sobre circuitos lógicos e sua fabricação, o que só é feito em cursos de Hardware. Mesmo assim, é viável para os alunos de ensino médio, pois a abordagem da Física Moderna é simplório, por isso se faz necessário a abordagem de experimentos e modelagens computacionais, devido a dificuldade de abstração dos alunos de grandezas físicas, como o campo magnético, assim como de efeitos quânticos, como é o efeito tunelamento e sua utilização para a microscopia

e a reprodução de imagens. Os materiais necessários para realizar o experimento estão listados na Tabela 11, com seus respectivos custos.

Tabela 11 – Materiais necessários para o experimento do modelo de demonstração da Microscopia de Tunelamento por Varredura.

Material	Custo
Arduino Nano	23,00
Placa Protoboard	17,00
Sensor Hall	6,90
Fios	1,00
3 Leds	0,50(cada)
Bolinhas de isopor	20,00
Total	69,40

De forma análoga, a esfera de isopor branca, representando a agulha, pode gerar “imagens” de átomos a partir da aproximação e do efeito tunelamento, de forma a ficar exatamente acima de uma das superfícies cinzas, representando os átomos de grafite, até uma distância onde o LED acende, um bipe acústico surge, e uma corrente pode ser observada no voltímetro. Na Figura 55, temos o circuito feito para a realização do experimento.

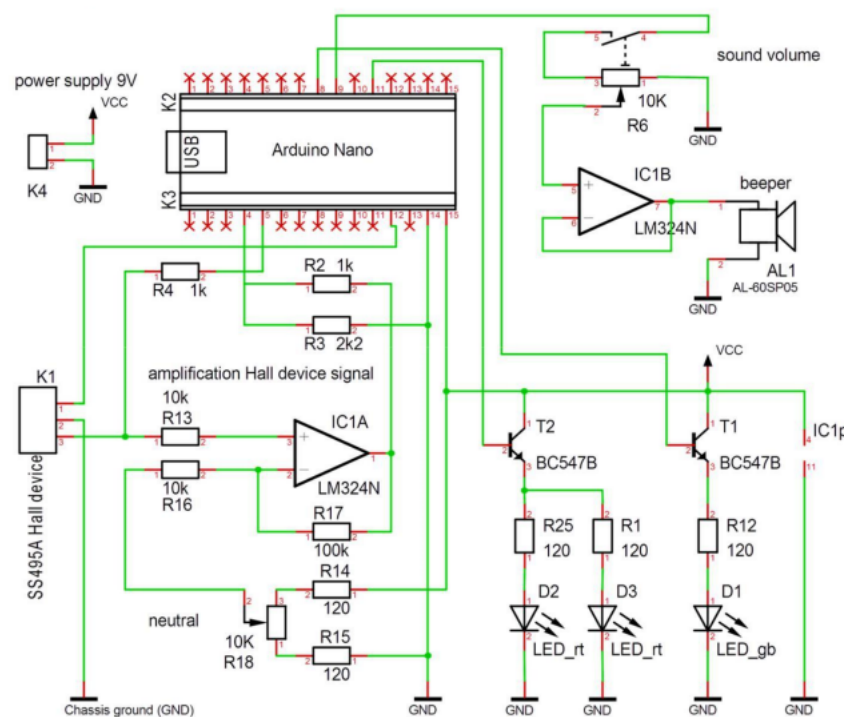


Figura 55 – Diagrama de circuitos da eletrônica desenvolvida, contida na esfera de isopor branco, representando a ponta. Fonte: Microscopy and imaging science: practical approaches to applied research and education.

Para isto foi necessário construir uma placa, substituindo a protoboard, para que o

circuito seja inserido dentro da esfera. Sabe-se que é gerado um corrente de tunelamento quântico quando a ponta do STM se aproxima de uma superfície de amostra dentro do intervalo de cerca de 1 nm. Com base nessa analogia, o modelo pode ser facilmente empregado para explicar como uma corrente de tunelamento unidimensional (de um átomo de superfície a um átomo de ponta) pode ser usada para obter imagens bidimensionais de superfícies em resolução atômica.

APÊNDICE D – Roteiro de Atividades

Primeira Etapa - 1h/aula

Recursos: Lousa, Piloto, Data-show (TV e DVD como alternativa) e Notebook.

Atividade 1:

Passo 1:Exibição do primeiro vídeo, cena do filme “O Núcleo”.

Passo 2: Perguntas e discussões realizadas em torno do vídeo.

Através dos slides, mostrar como os pombos se orientam através do campo magnético terrestre, e porquê os equipamentos dependem do campo magnético também, devido o seu princípio de funcionamento devido ao campo elétrico, que é entendido como corrente elétrica.

Passo 3: Exibição do segundo vídeo, cena do filme “O Núcleo”.

Passo 4: Perguntas e discussões realizadas em torno do vídeo.

Mostrar a Lei de Àmpere, para fazer analogia ao movimento das cargas no interior da Terra, que gera o campo magnético. Com os slides mostrar que toda corrente elétrica que passa por um fio, gera um campo magnético.

Passo 5: Exibição do terceiro vídeo, cena do filme “Alta Frequência”.

Passo 6: Perguntas e discussões realizadas em torno do vídeo.

Explicar como ocorrem as Auroras Boreais, e sua ligação com o campo magnético terrestre e o fenômeno óptico devido ao choque de partículas provenientes do Sol nos pólos terrestres, onde o campo é mais intenso.

Passo 7: Exibição do quarto vídeo, cena do filme “Sunshine - Alerta Solar”.

Passo 8: Perguntas e discussões realizadas em torno do vídeo.

Nos slides falar sobre os ventos solares e as radiações cósmicas que são transmitidas pelas ondas eletromagnéticas causadas pelo sol, como ultravioletas e raios gamas. Assim como, mencionar seus malefícios para a vida na Terra, e sua importância para manter a vida devido ao Efeito Estufa.

Passo 9: Exibição do quinto vídeo, cena do filme “Wild Wild West”.

Passo 10: Perguntas e discussões realizadas em torno do vídeo.

Levar um ímã para a sala e mostrar aos alunos como um ímã funciona e seus efeitos sobre os materiais, como também falar dos pólos e analogamente comparar com a Terra, entendendo como um grande ímã.

Passo 11: Exibição do quinto vídeo, cena do filme “2012”.

Passo 12: Perguntas e discussões realizadas em torno do vídeo.

Passo 13: Exibição do quinto vídeo, cena do filme “Power Rangers”.

Passo 14: Perguntas e discussões realizadas em torno do vídeo.

Passo 15: Exibição do quinto vídeo, cena do filme “Jurassica Park”.

Passo 16: Perguntas e discussões realizadas em torno do vídeo.

Segunda Etapa - 1h/aula

Passo 1: Exibição do quinto vídeo, cena do filme “Guardiões da Galáxia 2”.

Passo 2: Perguntas e discussões realizadas em torno do vídeo. Levantar as questões relacionadas ao vídeo e sobre a Física Moderna, se por exemplo, alguém já tinha ouvido falar na Quântica.

Passo 3: Exibição do quinto vídeo, cena do filme “Anjos e Demônios”.

Passo 4: Perguntas e discussões realizadas em torno do vídeo. Levantar as questões relacionadas ao vídeo e sobre a FM, se por exemplo, alguém já tinha ouvido falar na Aceleradores de Partículas.

Passo 5: Exibição do quinto vídeo, cena do filme “Doutor Estranho e Donnie Darko”.

Passo 6: Perguntas e discussões realizadas em torno do vídeo. Levantar as questões relacionadas ao vídeo e sobre a FM, se por exemplo, alguém já tinha ouvido falar na Viagem no Tempo e Universos Paralelos.

Passo 7: Exibição do quinto vídeo, cena do filme “Além da Escuridão e Contato”.

Passo 8: Perguntas e discussões realizadas em torno do vídeo. Levantar as questões relacionadas ao vídeo e sobre a FM, se por exemplo, alguém já tinha ouvido falar na Teletransporte e Buraco de Minhoca.

Passo 9: Exibição do quinto vídeo, cena do filme “A Máquina do Tempo e Interstellar”.

Passo 10: Perguntas e discussões realizadas em torno do vídeo. Levantar as questões relacionadas ao vídeo e sobre a FM, abordando todos os assuntos vistos e discutidos.

Terceira Etapa - 2h/aula

Recursos: Experimento com o Sensor Hall, (TV e DVD como alternativa) e Notebook.

Atividade 2:

Passo 1: Com os Slides, explicar brevemente o que é o Efeito Hall, com a ajuda de vídeos extraídos pelo youtube. Link: [EFEITO HALL](#)

Passo 2: Realizar o experimento verificando como o ímã é detectado pelo sensor Hall, e através de software como Viewduino, observar como o gráfico é modificado devido ao afastamento ou aproximação do ímã, utilizando o Arduino UNO.

Quarta Etapa - 2h/aula

Recursos: Experimento Microscopia de Tunelamento por Varredura, (TV e DVD como alternativa) e Notebook.

Atividade 3:

Passo 1: Com os Slides, explicar brevemente o que é a Microscopia de Tunelamento por Varredura, com a ajuda de vídeos extraídos pelo youtube. Link: [STM](#)

Passo 2: Realizar o experimento observando como ocorre o tunelamento por varredura e a produção de imagens, de forma análoga, pois o Arduino NANO será a ferramenta para detectar ímãs que estão representando a superfície de carbono, que são as bolinhas de isopor.

Quinta Etapa - 1h/aula

Recursos: Papéis de avaliação copiada. *Atividade 4:*

Passo 1: Avaliação Diagnóstica.

APÊNDICE E – Avaliação Diagnóstica

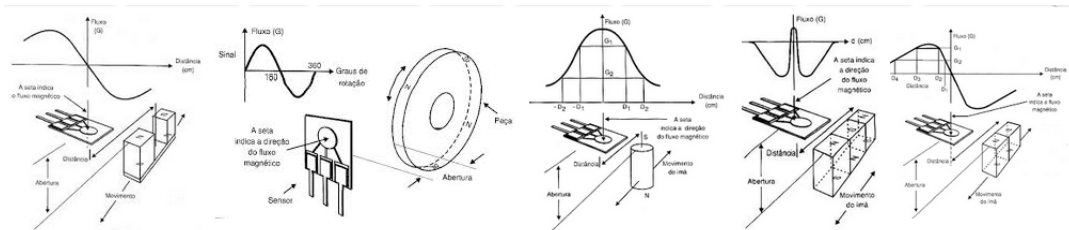
Colégio Modelo Luís Eduardo Magalhães - CMLEM	
Disciplina:	
Professor:	
Aluno(a):	

Avaliação Diagnóstica

1. Questão. Qual dessas alternativas melhor descreve o Experimento do Efeito Hall utilizando o Arduino:

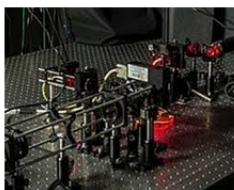
 - a) Qualquer face do ímã era detectado pelo Sensor Hall, independente da distância deste com o aparelho.
 - b) O Campo Magnético se faz presente em todos os objetos, comprovado pelo experimento do Efeito Hall.
 - c) Ao aproximar o ímã do Sensor Hall, independente da face, foi constatado um campo magnético pelo programa.
 - d) O Sensor Hall detecta apenas campos magnéticos provenientes dos ímãs ou materiais ferromagnéticos.
2. Questão. Através do experimento do Sensor Hall, é possível identificar os pólos Norte e Sul do ímã, que é posto com ambas as faces pelo Sensor, sem verificar o gráfico?
3. Questão. Através do experimento do Sensor Hall, é possível identificar os pólos Norte e Sul do ímã, que é posto com ambas as faces pelo Sensor, agora com a ajuda do gráfico?
4. Questão. O que aconteceria se aproximássemos do Sensor Hall um outro objeto que não seja metal? O gráfico que é gerado no Viewduino vai sofrer alterações?

5. Questão: Qual dos gráficos melhor representa o experimento do Sensor Hall com o imã? Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Sensor_de_efeito_Hall



Atividade ACE “Microscopia de Tunelamento por Varredura”

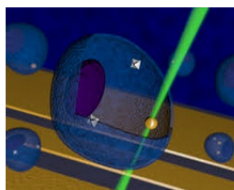
- Questão. Qual dessas alternativas melhor descreve o Experimento do STM, que descreve a Microscopia de Tunelamento por Varredura com as bolinhas de isopor:
 - Os leds e o som são acionados em qualquer posição da bolinhas maior sobre as bolinhas menores.
 - Apenas quando aproximamos a bolinha maior de alguma bolinha menor acionam-se os leds e o som.
 - Não houve mudança no efeito das bolinhas maiores sobre as bolinhas menores.
 - Se passarmos lentamente e rapidamente, não veremos diferença nos leds e no som.
- Questão. Qual das bolinhas de isopor representam a agulha e qual das bolinhas de isopor representam os átomos de carbono?
- Questão. É possível criar imagens com o STM, que através da agulha que se move sobre a superfície do material fazendo uma varredura sobre ele e os elétrons tunelados geram uma pequena corrente elétrica?
- Questão: Qual das imagens melhor representa as imagens da Microscopia de Tunelamento por Varredura?



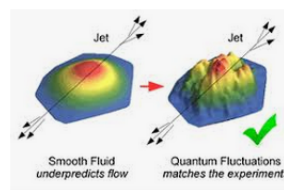
Revista Física: 2014
 revistafisica.blogspot.com



Engº Amauri Oliveira : Com...
 padteletronica.blogspot.com



Revista Física: Agosto 2013
 revistafisica.blogspot.com



Sociedade Brasileira de Física - Sociedade...
 sbfisica.org.br

1. Questão. Sobre os filmes, qual deles melhor representa as propriedades dos imãs:
 - a) Sunshine
 - b) O Núcleo
 - c) As Aventuras de James West ou Wild Wild West
 - d) Avatar

2. Questão. Ainda sobre os filmes, qual deles mostra as consequência de uma possível estagnação do núcleo terrestre:
 - a) Sunshine
 - b) O Núcleo
 - c) As Aventuras de James West ou Wild Wild West
 - d) Avatar

3. Questão. Qual dos filmes abaixo tem ligação com o experimento do Efeito Hall:
 - a) Sunshine
 - b) O Núcleo
 - c) As Aventuras de James West ou Wild Wild West
 - d) Avatar
 - e) Todos os filmes mencionados

4. Questão. Sobre os filmes, qual deles melhor representa as propriedades do tunelamento quântico:
 - a) Interestellar
 - b) Guardiões da Galáxia
 - c) Anjos e Demônios
 - d) Nenhum desses

5. Questão. Ainda sobre os filmes, qual deles mostra de forma mais real a física quântica:
 - a) Interestellar
 - b) Guardiões da Galáxia
 - c) Anjos e Demônios
 - d) Nenhum desses

Anexos

ANEXO A – Código-fonte do primeiro programa do experimento do Efeito Hall

```
const int pinHall = A0;

void setup()
pinMode(pinHall, INPUT);
Serial.begin(9600);

void loop()

//10 medidas em média, para filtrar ruído
long measure = 0;
for(int i = 0; i < 10; i++)
int value =
measure += analogRead(pinHall);

measure /= 10;

//Cálculo da voltagem em mV
float outputV = measure * 5000.0 / 1023;
Serial.print("Voltagem em mV = ");
Serial.print(outputV);
Serial.print("mV ");
Serial.print("/n");
//Interpolação da densidade de fluxo magnético
float magneticFlux = outputV * 53.33 - 133.3;
Serial.print("Densidade de Fluxo Magnético em mT= ");
Serial.print(magneticFlux);
Serial.print("mT");

delay(2000);
```


ANEXO B – Código-fonte do segundo programa do experimento do modelo de demonstração para a Microscopia de Tunelamento por Varredura

```

const int analogInPin = A0; // Entrada analogica do sensor 49E
int sensorValue = 0; // Inicia como 0 o valor captado pelo sensor
int ledVerde = 9; //Porta 9 responsavel por acionar o led verde
int ledAmarelo = 10; //Porta 10 responsavel por acionar o led amarelo
int ledVermelho = 11; //Porta 11 responsavel por acionar o led vermelho e o buzzer que
estão conectados na mesma porta

void setup()
// inicializa a comunicacao serial:
Serial.begin(9600);
pinMode(ledVerde, OUTPUT); //define a porta 9 como saida (a que o led verde esta
conectado)
pinMode(ledAmarelo, OUTPUT); //define a porta 10 como saida (a que o led amarelo
esta conectado)
pinMode(ledVermelho, OUTPUT); //define a porta 11 como saida (a que o led vermelho
esta conectado)

void loop()
// faz a leitura da entrada analogica:
sensorValue = analogRead(analogInPin);
// mapeia o resultado da entrada analogica dentro do intervalo de 0 a 1023 e imprime o
resultado no monitor serial:
Serial.print("Sensor = ");
Serial.print(sensorValue);
Serial.print("/n");
delay(600);
if(sensorValue >= 513) //Se o valor do sensor, indicar 513, faça:
analogWrite(ledVerde, (sensorValue / 4)); //Acende o led verde com a intensidade pro-
```

porcional a distancia do sensor ao imã

```
if (sensorValue >= 515) //Se o valor do sensor, indicar 515, faça: analogWrite(ledAmarelo,  
(sensorValue / 4)); //Acende o led amarelo com a intensidade proporcional a distancia do  
sensor ao imã
```

```
if(sensorValue >= 517) //Se o valor do sensor, indicar 517, faça: digitalWrite(ledVermelho,  
HIGH); //Acende o led vermelho e aciona o buzzer com a intensidade proporcional a  
distancia do sensor ao imã
```

else

```
digitalWrite(ledVerde, LOW); //caso não tenha um imã por perto, o led permanece  
desligado
```

```
digitalWrite(ledAmarelo, LOW); //caso não tenha um imã por perto, o led permanece  
desligado
```

```
digitalWrite(ledVermelho, LOW); //caso não tenha um imã por perto, o led permanece  
desligado
```

```
delay(50);
```

Referências Bibliográficas

ALBERTI, T. F. *Das possibilidades da formação profissional a distância: um estudo na perspectiva da teoria da atividade*. 2009. Tese (Doutorado) - PPGEDU/UFRGS.

ARRUDA, J. R. C. *Qualidade curricular no contexto da Teoria da Atividade. Meta: Avaliação, Rio de Janeiro, v. 2, n. 5, p. 196-233, mai./ago. 2010*. Disponível em: <<http://metaavaliacao.cesgranrio.org.br/index.php/metaavaliacao/article/download/65/90>>. Acesso em: 22 nov. 2012

HOMMRICHHAUSEN, N.; KRAMLER, M.; VOSS, M.; HECKL, W.M.; TRIXLER, F. *An easily reproducible, Hall-device based demonstration model for Scanning Tunnelling Microscopy (STM)* Germany, 2017

RODRIGUES, R. F; CUNHA, L. S. L. *Arduino para físicos: Uma ferramenta prática para aquisição de dados automáticos*. Textos de Apoio ao Professor de Física v.25n.4 2014 ISSN 1807-2763

SANTOS, E. M. F. *Arduino: Uma ferramenta para aquisição de dados, controle e automação de experimentos de óptica em laboratório didático de Física no Ensino Médio*. 2014. 192 f. *Dissertação (Mestrado em Ensino de Física)* Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.