

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
SANTA CATARINA - CAMPUS JARAGUÁ DO SUL
LICENCIATURA EM CIÊNCIAS DA NATUREZA COM HABILITAÇÃO EM
FÍSICA**

Bruna Gabriela da Silva

**O USO DE APLICATIVOS DE *SMARTPHONES* COMO
FERRAMENTA NO ENSINO DE FÍSICA**

**Jaraguá do Sul
2016**

O USO DE APLICATIVOS DE *SMARTPHONES* COMO FERRAMENTA NO ENSINO DE FÍSICA

Bruna Gabriela da Silva

Trabalho de Conclusão de Curso, submetido ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina como parte dos requisitos para obtenção do grau de licenciado em Ciências da Natureza com habilitação em Física.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Werner Arins

**Jaraguá do Sul
2016**

Silva, Bruna Gabriela

O uso de aplicativos de *smartphones* como ferramenta no ensino de física / Silva, Bruna Gabriela – Jaraguá do Sul: Instituto Federal de Santa Catarina, 2016.

TCC – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina. Graduação. Curso de Graduação em Licenciatura em Física. Modalidade: presencial.

Orientador: Alexandre Werner Arins, Dr.

1. Ensino de Física 2. *Smartphone* 3. Ferramenta didática
- I. O uso de aplicativos de *smartphones* como ferramenta no ensino de física.

O USO DE APLICATIVOS DE *SMARTPHONES* COMO FERRAMENTA DIDÁTICA NO ENSINO DE FÍSICA

BRUNA GABRIELA DA SILVA

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção de Título de Trabalho de Conclusão de Curso e aprovado na sua forma final pela banca examinadora do Curso Licenciatura em Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

Jaraguá do Sul, 10 de março de 2016

Banca Examinadora:

Alexandre Werner Arins, Dr.

Luiz Arthury, Dr.

Sander Joner, Msc.

Dedico este trabalho ao meu orientador, Alexandre Arins que me presenteou com o tema e o abraçou juntamente a mim, e aos meus pais que sempre estiveram ao meu lado.

AGRADECIMENTO

Aos meus pais, Marivane Rodrigues e Manoel Tomaz pela dedicação e empenho em manter-me no ensino superior, superando quaisquer outras dificuldades, mostrando do que são capazes uns pelos outros quando se tem como base sólida a família, o respeito e o amor.

Às minhas irmãs, Beatriz e Bianca por todo carinho que tive de cada uma nesses 18 e 12 anos, respectivamente.

Aos meus avós e tios pelo afeto e incentivo que tiveram para me oferecer desde que nasci.

Aos meus professores de graduação, pela dedicação e preocupação que esteve para além da física ou de seu ensino, sustentando o padrão a ser seguido de profissionalismo e ser humano. E à Jaraguá do Sul, pelos 4 anos de acolhimento.

RESUMO

Os recentes avanços e popularização dos *smartphones* tornaram este aparelho habitual na rotina do cidadão moderno e acessório presente no material escolar de muitos estudantes. Este trabalho apresenta experimentos didáticos em que aplicativos de *smartphones* são utilizados como instrumentos de detecção, coleta, armazenamento e apresentação de dados. Verificou-se que é possível transformar qualquer ambiente em um laboratório móvel com a ajuda de um *smartphone*, realizando experimentos simples que abordam diversos temas discutidos no ensino médio. A montagem e execução dos experimentos exploram características desses aparelhos, tais como: sensores variados e de fácil acesso, alta portabilidade, difusão entre os jovens. As atividades pretendem ampliar as discussões sobre conceitos e princípios físicos relacionados ao fenômeno estudado.

Palavras chaves: Ensino de Física, Smartphones, Ferramentas Didáticas

ABSTRACT

The recent advances and popularization of smartphones made this habitual Unit Modern Citizen Routine and access present any school supplies many students. This paper presents didactic experiments in which smartphone apps used as detection tools, collection, storage and presentation of data. It was found that could turn any environment into a mobile laboratory with the help of a smartphone, performing simple experiments that address various topics discussed in high school. The assembly and execution of experiments exploring characteristics of these devices, such as various sensors and easy access, high portability, spread among young people. The activities aim to broaden the discussion on physical concepts and principles related to the studied phenomenon.

Keywords: Physics Teaching, Smartphones in Education, Teaching Tools

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 1.1. Justificativa | 2 |
| 1.2. Problema e Questão de Pesquisa | 3 |
| 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA | 4 |
| 2.1. Ensino de Física no Brasil | 4 |
| 2.2. Novas Tecnologias de Informação e Comunicação | 5 |
| 2.2.1. TIC e o Ensino de Física | 6 |
| 2.3. Laboratório de Física | 6 |
| 2.3.1. O laboratório “tradicional” | 7 |
| 2.3.2. Laboratório Virtual | 8 |
| 2.3.3. A utilização de <i>smartphones</i> como laboratório | 10 |
| 2.3.4. A escolha do sistema operacional | 14 |
| 3. ROTEIROS EXPERIMENTAIS | 16 |
| 3.1. Acelerômetro | 16 |
| 3.1.1. Movimento oscilatório periódico | 18 |
| 3.2. Magnetômetro | 23 |
| 3.2.1. Direção do campo magnético induzido por uma corrente elétrica | 23 |
| 3.3. Giroscópio | 28 |
| 3.3.1. A relação entre velocidade angular e aceleração centrípeta | 29 |
| 3.4. Sensor de Proximidade e Sensor de Iluminação | 32 |
| 3.4.1. Sensor de iluminação | 32 |
| 3.4.2. Sensor de proximidade | 33 |
| 3.4.3. Variação com o quadrado da distância | 34 |
| 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS | 37 |
| REFERÊNCIAS | 39 |

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho apresenta uma seleção de quatro aplicativos baseados no *smartphone*, sendo estes testados e associados a fenômenos da natureza, onde pode-se demonstrar como utilizar este dispositivo móvel como um laboratório móvel e como vincula-los ao ensino de física

A física é uma ciência experimental, com a qual busca-se compreender como se processam os fenômenos naturais. Segundo Vieira (p.7, 2012) a observação, controle e interpretação de eventos bem definidos são características fundamentais dessa ciência. Por mais abstratos e matemáticos que sejam, os modelos e leis da Física têm por objetivo descrever o comportamento de sistemas reais e prever o que ocorrerá em situações determinadas. Sob essa perspectiva o ensino da física não pode estar dissociado de experimentos e atividades práticas que relacionem aquilo que os alunos estudam ao mundo em que eles vivem.

Sabendo disso, é preciso saber como a física se relaciona com este presente avanço e desenvolvimento rápido das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) na sociedade contemporânea. Para isso, é imprescindível, antes de qualquer conclusão, analisar as consequências e influências que as mesmas podem acarretar para o mundo moderno.

Ao refletir sobre este avanço, não se pode excluir o impacto direto que estas tecnologias podem vir a trazer na vida de jovens estudantes do ensino médio e em que elas podem contribuir para a formação deste cidadão. O uso de *smartphones* na educação básica, pode se tornar uma ferramenta comum no cotidiano da sala de aula, servindo de ferramenta didática no ensino de física, auxiliando na realização de experimentos e diminuindo a necessidade de deslocar-se até um laboratório físico, podendo transformar a sala de aula um laboratório “móvel”.

Para que esta análise possa ser feita, é necessário que, primeiramente, seja definido o que são essas novas tecnologias de informação e comunicação e porque vêm ganhando cada vez mais espaço neste mundo globalizado. Feito isso, poderemos olhá-las de forma mais crítica, capacitando de destacar de forma mais satisfatória a integração deste conhecimento na formação do jovem estudante do ensino médio.

1.1. Justificativa

A última década apresenta um significativo avanço das novas tecnologias de informação e comunicação (TICs) no Brasil e no mundo, aparelhos eletrônicos como *smartphones*, passaram a fazer parte da vida e do cotidiano das pessoas, inclusive na rotina dos jovens estudantes do ensino médio. Desta forma, não se pode desconsiderar o papel social que essas tecnologias têm tampouco descartá-las como uma possível ferramenta didática em sala de aula, visto que, a maioria dos estudantes do ensino médio possui familiaridade com estes tipos de equipamentos.

É necessário entender que as práticas pedagógicas e as metodologias de ensino devem adequar-se às necessidades dos alunos e acompanhar o desenvolvimento histórico e social do mundo contemporâneo (SEED-PR, 2010).

Gerhard e Filho (2012), apontam que atualmente, no ensino de física, parte dos conceitos apresentados para os alunos parecem ter sentido abstrato e desconexo da realidade em que vivem. Introduzir conceitos específicos destas novas tecnologias permite a possibilidade de que estes alunos compreendam e percebam quais fenômenos físicos foram necessários para o aperfeiçoamento de um equipamento tão cotidiano. Podendo assim, utilizá-lo como ferramenta de apoio e de ensino, reconstruindo a realidade em sala de aula e o pensamento do educando a respeito da disciplina.

Deste modo, aproveitar o uso dessas novas tecnologias crescentes na sociedade atual para o ensino de física pode reconstruir a visão que os alunos têm da disciplina, além de permitir a estes uma maior conexão de saberes específicos com o mundo real.

1.2. Problema e Questão de Pesquisa

De que maneira avanços tecnológicos em *smartphones* podem ser utilizados como recursos didáticos no ensino de física?

Como utilizar aparelhos de *smartphones*, de forma que seja uma ferramenta para trabalhar conteúdos específicos de física em sala de aula?

De que forma os aplicativos disponíveis para estes *smartphones* podem contribuir para a transformação da sala de aula em um laboratório móvel?

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Atualmente o Brasil usa como documento norteador de ensino a Leis de Diretrizes e Bases (LDB, 1996) e como sistematizador de saberes os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN, 2002). Estes documentos têm como objetivo orientar o docentes a respeito das competências e habilidades que os estudantes devem adquirir e como trazer esses saberes para o seu cotidiano.

Cabe ao docente acompanhar as mudanças no mundo científico e tecnológico, sem desconsiderar o modo como se utilizar as novas tecnologias vigentes no mundo atual no ensino, de forma que relacione-as e introduza-as em sua prática metodológica.

A física por ser conhecida por ser uma ciência experimental, requer que parte do seu ensino seja prático, entretanto, nem sempre as escolas brasileiras possuem um laboratório em suas dependências, por isso, é importante saber como smartphones podem auxiliar a prática metodológica do docente.

2.1. Ensino de Física no Brasil

No Brasil a educação pauta-se nas Leis de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB, 1996), um documento que legaliza e regulariza as condições de ensino e a abrangência com o mundo social e profissional, e é complementada pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+), que organiza os saberes que os alunos matriculados no ensino básico regular¹ devem conhecer e compreender.

Estes Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) estão organizados de modo que os saberes de todas as disciplinas façam sentido na construção do conhecimento dos estudantes. Nos Parâmetros Curriculares Nacionais, no item que trata do ensino de física, há um tópico destinado aos temas estruturadores do ensino desta matéria, mostrando como articular habilidades e competências, com os conhecimentos que devem ser trabalhados (PCN+, 2002).

O PCN+ objetiva promover e construir num processo contínuo o desenvolvimento destas competências e habilidades. Para isso é necessário desenvolver ações concretas, que se refiram a conhecimentos e temas

¹ A Emenda Constitucional nº59 determinou a obrigatoriedade da educação básica dos 4 aos 17 anos.

estudados, de forma que estes articulem-se entre si e transformem-se em elementos estruturadores.

Na física é necessário que se aborde temas específicos com uma maior abrangência, que estejam relacionados com a natureza, relevância contemporânea, fenômenos físicos, com abordagens que permitam dar consistência a este saber e um olhar investigativo sobre o mundo real (PCN+, 2002).

Considerando a inserção de tecnologia no mundo moderno, os aparelhos celulares podem tornar-se parte do material escolar dos jovens cidadãos do ensino médio, cabendo então ao docente, saber como lidar com esta tecnologia em sala de aula, sem desconsiderar este acessório presente na vida destes estudantes, procurando alternativas de como usá-los não apenas como exemplo em suas aulas, mas também como uma possível ferramenta didática.

Com isso, separaram-se os saberes específicos em temas abrangentes nos PCN+, que permitem a introdução e utilização de novas tecnologias de informação e comunicação (TIC), como os aparelhos de celular, afim de que os alunos venham a compreender a similaridade que tais conteúdos físicos vêm a exigir, de forma que se possam fazer-se analogias com os demais temas estruturadores. Estes temas são:

- **Equipamentos Eletromagnéticos e Telecomunicações**, para o estudo do eletromagnetismo;
- **Imagem e Som**, que “redireciona o estudo da óptica e das ondas mecânicas, colocando em destaque as competências para a compreensão do mundo da informação que se deseja privilegiar” (PCN+, 2002).

Estes tópicos englobam uma variedade de assuntos que são capazes de explicar os conhecimentos que foram necessários para o desenvolvimento de todas as tecnologias conhecidas atualmente.

2.2. Novas Tecnologias de Informação e Comunicação

Na última década os estudos de novas tecnologias de informação e comunicação (TIC) avançaram e se popularizaram. Mas o que de fato é TIC, quais são suas aplicações no mundo contemporâneo e quais são as contribuições que ela pode trazer para a educação?

2.2.1. TIC e o Ensino de Física

O uso de tecnologias como *smartphones* passou a ser algo cotidiano na rotina da maioria da população mundial e, com o avanço desses recursos tornaram-se “acessórios” imprescindíveis no dia-a-dia. Sabendo disto, é impossível desconsiderar que este equipamento pode tornar-se parte do “material escolar” dos jovens estudantes e é necessário, encontrar uma maneira de transformar um mero “acessório” em uma ferramenta de ensino.

Segundo Correia (p.8, 2005) as TICs podem torna-se ferramentas de uso corriqueiro na educação e na formação do indivíduo ao longo da vida, porque permitem o acesso rápido a informação e oferecem possibilidades de soluções individuais.

A vantagem de se incorporar as TIC na educação é a facilidade de concretização de vários objetivos tecnológicos. A forma de se trabalhar em sala de aula pode-se tornar muito mais atraente e dinâmica para os alunos, podendo obter então uma maior participação dos mesmos, além de poder fomentar a tomada de decisões ao que se aprende e ao que se ensina, proporcionando uma maior facilidade em demonstrações e alterações nas disciplinas, inclusive nas de ciências da natureza, como a física.

Para que a utilização de TICs em sala de aula seja satisfatória, o docente deve compreender a importância da física experimental e como recorrer a estratégias diferentes para a realização da experimentação, mesmo que não possua um laboratório físico, neste momento *smarthphones* e *tablets* podem colaborar.

Smartphones são ferramentas cotidianas que se tornam parte de nós e em particular de nossos estudantes. Além disso, estes dispositivos móveis podem “enriquecer as oportunidades educacionais para alunos em diversas situações.” [...] Vários sensores como microfones, acelerômetros, sensores de força, sensores de campo magnético, luz, sensores de intensidade sonora e receptores de GPS, qualificam esses tipos de dispositivos para realizar um grande número de medições quantitativas e, portanto, permiti-los para servir como nova ferramenta experimental em educação de física. (Klein et al, p13-14, 2014)

2.3. Laboratório de Física

O laboratório didático tem sido usado como estratégia no ensino de física há anos, e têm desempenhado papel central na construção do saber científico em diversos países (Vieira, 2013). Entretanto, em um país onde uma fração

considerável dos estudantes nunca teve a oportunidade de entrar em um laboratório de ciências, pode parecer um contrassenso questionar a validade de aulas práticas, especialmente porque na maioria das escolas simplesmente não existem (Borges, 2010). De fato, há uma corrente de opinião de que muito dos problemas do ensino de física deve-se a falta de experimentação; e, para os que compartilham desta opinião, uma condição necessária para a melhoria da qualidade de ensino consiste em equipar as escolas com laboratórios e treinar os professores para utilizá-los (Borges, 2010). No Brasil, os professores de ciências na educação básica em geral acreditam que a melhoria do ensino passa pela introdução de aulas práticas no currículo, embora poucos encontrem nas escolas condições materiais e de trabalho que lhes permitam fazer isso (Vieira, 2013).

2.3.1. O laboratório “tradicional”

A física, por ser conhecida como uma ciência experimental, possui bons motivos para ser trabalhada em laboratórios, para Vieira (p.5, 2013) “é natural, portanto, que seu ensino e aprendizagem envolvam a observação e manipulação de objetos reais”, isso além de poder familiarizar-se com instrumentos e métodos essenciais para o trabalho a ser desenvolvido em uma sociedade tecnológica.

Embora haja um consenso sobre a importância das atividades realizadas em laboratórios, existe uma forte crítica de como as mesmas são conduzidas nos laboratórios didáticos (Hodson, 1994; Hart et al, 2000), principalmente por parte dos alunos que questionam a relevância que o laboratório didático tradicional possui (Hodson, 1994). Isso se deve ao padrão metodológico que é adotado neste tipo de laboratório: roteiros prontos do tipo “receita de bolo”- que guiam os alunos passo a passo, os objetivos quase nunca são esclarecidos aos estudantes e, mostrar apenas a comprovação de algo que lhes foi dito e obtenção de dados do experimento realizado ou do fenômeno observado, isso sem maiores reflexões a respeito do que se está sendo executado. Este tipo de abordagem, considerada tradicional, tende a ignorar que muito da aprendizagem do aluno pode vir a tornar-se mais eficaz a partir de debates e discussões sobre os resultados obtidos, amadurecendo o conceito do fenômeno estudado em laboratório, podendo refletir sobre o mesmo. Sem isso, dificilmente o aluno se

interessará e pouco compreenderá o propósito da atividade. E como ressalta Vieira (p. 6, 2013) “Mais ainda, sem uma reflexão prévia adequada, o aluno poderá não perceber o que há de importante a ser observado e frequentemente chegará a ver o oposto do que se deseja”, complementando Hodson (p. 301, 1994), “negando com veemência as evidências obtidas”.

No entanto, não é uma tarefa simples executar a atividade tal qual o docente tenha um tempo disponível para discussão e reflexão dos dados e resultados obtidos, pois normalmente será ele mesmo que terá que montar a atividade e por mais simples que ela possa vir a ser, é necessário testá-la várias vezes para ter certeza de que irá funcionar no momento certo e com dados e resultados satisfatórios. E, por mais que o professor tenha a ambição de realizar estes procedimentos, é possível que lhe falte oportunidade para isso. A restrição do tempo, por exemplo, o levará de volta aos roteiros prontos, e se o aluno não for guiado passo a passo, pode acabar por não concluir a atividade

2.3.2. Laboratório Virtual

Na década de 1980, começou-se a estudar a possibilidade de introduzir os microcomputadores nos laboratórios de física, na intenção de integrar as suas possibilidades ao processo didático, utilizando seus recursos como sensores (sonares, termômetros, etc), assim como o sistema de aquisição de dados integrados a uma variedade de experimentos (Vieira, 2013). Com esta introdução, o acesso a coleta de dados e resultados, já transportados em gráficos, através de programas capazes de processar as informações fornecidas, tornou-se mais rápido. Além da facilidade em realizar análises estatísticas, usando programas como planilhas eletrônicas instaladas no computadores para realizar medidas.

Com a rapidez de coleta e análise de dados, o laboratório tradicional foi substituído por um instrumento didático, o Laboratório Baseado em Computadores (LBC) que torna mais eficiente a aquisição dos valores, dados e resultados, de forma a otimizar o tempo, permitindo que as atividades tornem-se mais proveitosas e possam ser melhor compreendidas e planejadas.

A introdução dos computadores o laboratório, transformou a apresentação gráfica dos resultados de forma imediata, fornecendo a visualização em tempo real do fenômeno ocorrido. A contribuição não foi apenas na economia de tempo

e esforço, mas também na compreensão dos estudantes à cerca do saber estudado, isso por terem mais tempo para refletir, analisar e questionar, todo o processo experimental. Experimentos que num laboratório tradicional seriam mais limitados pela falta de tempo, dificultando a visualização e análise de forma imediata os resultados obtidos.

Os computadores vieram como uma promessa de instrumento para mudar radicalmente o que se conhecia dos procedimentos adotados nos laboratórios tradicionais (Hofstein e Lunetta, 2004; Borges, 2002; Thornton e Sokoloff, 1990). É claro que por si só, o LBC não resolveu todos os problemas que o laboratório tradicional apresentava, mas são inegáveis as facilidades que o LBC trouxe. “E, de fato, vários estudos mostram que o uso do LBC em atividades apropriadamente organizadas aumenta significativamente a compreensão conceitual dos alunos a respeito dos temas estudados” (Thornton e Sokoloff, 1990 apud Vieira, p.8, 2013).

Embora o LBC tenha muitas vantagens, ele ainda apresenta alguns problemas. Computadores de mesa, por exemplo, são pesados e normalmente instalados em sala de computação e não em laboratórios, o que acaba dificultando a montagem de experimentos que exijam flexibilidade no arranjo de equipamentos. Outro problema muito enfrentado está com os sensores e interfaces de aquisição de dados, estes dispositivos são vendidos por empresas especializadas (Pasco, Vernier), que os vendem por preços que no Brasil são proibitivos à maioria das escolas (Vieira, 2013).

Existem propostas para realizar a aquisição de dados usando as interfaces normalmente encontradas nos computadores domésticos, mas essas iniciativas são limitadas pelos poucos sensores que podem ser utilizados dessa maneira. (Vieira, p.9, 2013)

Mesmo que computadores portáteis (*laptops, notebooks*) reduzam o problema da montagem dos experimentos, não são todas as escolas que dispõem este tipo de equipamento, e por mais que as escolas os dispusessem, o problema com sensores e interfaces permaneceria. Estes problemas com dispositivos poderiam ser facilmente resolvidos com a utilização dos aplicativos de *Smartphones* em sala de aula, transformando-os em um laboratório.

2.3.3. A utilização de *smartphones* como laboratório

Com a chegada da terceira geração (3G) os celulares ganharam novas tecnologias e novos conceitos, que visam unir o conforto e a praticidade para satisfazer o usuário (BATISTA, 2011 apud Monteiro et al, 2012).

Os *smartphones* são conhecidos por serem aparelhos que surgiram de uma combinação entre celulares e agendas eletrônicas. Estes aparelhos possuem uma tecnologia avançada em seu próprio sistema operacional, e por serem configurados em código aberto baseados em Linux, possibilitam assim que qualquer pessoa possa vir a desenvolver programas que funcionem na plataforma do seu sistema operacional (BATISTA, 2011). Sendo assim, o *smartphone* é um aparelho de celular com alta capacidade para computação e comunicação.

A evolução dos *smartphones* passou a incorporar as funções de outros dispositivos, tornando-se progressivamente mais importantes.

Passaram a assimilar as funções de outros dispositivos, assim como no caso dos computadores, agendas eletrônicas, PDAs e os Palms, que, ao serem incorporados e deram origem aos smartphones que usamos atualmente. (MORIMOTO, 2009).

O uso de *smartphones* em larga escala se deu somente quando a BlackBerry (2002) e a Apple (2007), começaram a vender seus produtos: smartphones. Já os *tablets* “surgiram no início do ano de 2010, com o lançamento do iPad da Apple, até hoje com grande aceitação do público e cada vez mais eles estão ganhando força e certamente é uma grande tendência tecnológica para os próximos anos” (POZZEBON, 2011).

O *tablet* tem o status de computador portátil.

[...] um computador em forma de prancheta. O teclado está localizado na tela, esta que é sensível ao toque. Para tanto você pode digitar, enviar mensagens, conectar-se à internet, enfim, tudo o que um computador normal faz (POZZEBON, 2011).

Alguns *tablets* são mais baratos que os computadores convencionais, e a combinação de preço e portabilidade fez deles os computadores pessoais mais populares no mundo, com vendas superiores às dos *laptops* e *desktops*.

É inegável que, com as evoluções tecnológicas, a sociedade mudou. E o ritmo da vida das pessoas que utilizam essas tecnologias tem acompanhado essa evolução, quase na mesma velocidade em que elas acontecem. Um exemplo claro disso é que, com o surgimento dos computadores, celulares, notebooks, a relação tempo/espaço tornou-se algo mais flexível, uma vez que é possível ter acesso a informações

de qualquer lugar do mundo através de um simples aparelho eletrônico, a qualquer hora. Outro exemplo de aparelho mais atual e que permite esse acesso é o tablet. (VIEIRA; CARVALHO, 2011).

Com a crescente popularidade que os *smartphones* e *tablets* ganharam muitas pessoas deixaram de utilizar ferramentas simples como papel e caneta, para escrever somente com a ponta dos dedos. Hoje em dia é natural encontrar alunos que em vez de copiar a lousa do professor a mão, utilizam *smartphones*, ou *tablets*. Isso ocorre com mais frequência principalmente em cursos da área da informática, onde os jovens usufruem de laboratórios que possuem computadores, ficando exposto a essa tecnologia acabam realmente confiantes em apenas digitar e não escrever (Marcella, 2012 apud Vieira, 2013).

A Agência Interativa Digicriativa (2010) afirma que o uso de *smartphones* se tornou indispensável no cotidiano. Segundo pesquisas do Common Gateway Interface (CGI), que consiste numa tecnologia que permite gerar páginas dinâmicas, afirma que este dispositivo móvel está presente em 87% dos lares do Brasil, é a segunda tecnologia mais utilizada, perdendo somente para a televisão. Uma pesquisa realizada pelo Instituto de Inteligência de Mercado do Mundo (Ipsos MediaCT) revelou que mais de 84% da população brasileira utiliza este recurso móvel (Monteiro, et al, 2014).

Com estes dados, é de se esperar que *Smartphones e tablets* estejam bastante difundidos entre os jovens na idade escolar. Uma pesquisa realizada pela empresa *Kids do Group National Purchase Diary* (NPD), que desenvolve jogos eletrônicos, com o título *Kids and Consumer Eletronics* mostrou um aumento de 65% do uso destes aparelhos eletrônicos entre crianças de 4 e 14 anos, inclusive no Brasil.

Por consequência,

Ao aceitar que o meio é que definirá e controlará o nível de interferência sobre as ações humanas como posto pelo pesquisador canadense McLuhan, surge então possibilidades de se pensar os *smartphones*, como uma tecnologia de impacto profundo no mundo atual, principalmente no cotidiano dos adolescentes, indivíduos que vivem uma fase de busca pelo novo, que tem como sinônimo a palavra „mudança” e sobre influência do meio social: “O adolescente deseja solidão e reclusão, mas se encontra emaranhado em “paixonites” e amizades. Nunca mais o grupo de companheiros de idade terá tamanha influência sobre o indivíduo. (MUSS, p.14, 1972)

Desse modo, os celulares são muito utilizados em sala de aula, geralmente de forma imprópria e clandestina (troca de mensagens, redes sociais, etc.), gerando frequentes problemas disciplinares (Vieira, 2013).

Avaliando as possibilidades pedagógicas para o ensino de Física, o que interessa analisar nos *smartphones* e *tablets* é a variedade de sensores e interfaces que eles já trazem de fábrica, que são capazes de medir grandezas físicas muito importantes e que são utilizadas atualmente e frequentemente no cotidiano desses jovens estudantes do ensino médio e demais cidadãos.

Os principais aplicativos e sensores disponíveis em *smartphones* e *tablets*, são:

- Acelerômetro: um instrumento capaz de medir a aceleração de objetos. Ao invés de posicionar diversos dinamômetros (instrumento para medir a força) em lugares diferentes do objeto.
- Giroscópio: é um dispositivo que consiste de um rotor suspenso por um suporte formado por dois círculos articulados.
- Magnetômetro: é um instrumento usado para medir a intensidade, direção e sentido de campos magnéticos em sua proximidade.
- Microfone: instrumento que converte ondas sonoras em variações correspondentes a um sinal elétrico (Este sinal elétrico pode ser utilizado para transmissão, gravação ou amplificação do som).
- Câmera fotográfica e de vídeo: é um dispositivo usado para capturar imagens, única ou em sequência, com ou sem som.
- Luxímetro: é o aparelho utilizado para medir o nível de luminosidade de um local.
- GPS: é um sistema de navegação por satélite que fornece a um aparelho receptor móvel a sua posição, a qualquer momento e em qualquer lugar na Terra, desde que o receptor se encontre no campo de visão de quatro satélites GPS.
- Sensor de proximidade: sensor capaz de detectar sem contato altamente preciso de objetos metálicos em máquinas ou equipamentos.

Na Figura 1 é possível visualizar a posição dos principais sensores presentes em um modelo bastante popular no Brasil.

Figura 1: Especificações do Aparelho



Fonte: Samsung, 2013

Por estes *smartphones* e *tablets* terem uma grande diversidade de sensores torna-se possível realizar um grande número de experimentos e observações sem a utilização de sistemas externos de aquisição de dados. A portabilidade dos aparelhos facilita a montagem de experimentos em salas de aula regulares, dispensando em muitos casos o deslocamento dos alunos a um laboratório (que pode nem existir na escola). Se bem exploradas, essas características dos *smartphones* e *tablets* podem ajudar a resolver os problemas dos LBC (Vieira, 2013), podendo assim, transformar a sala de aula, por exemplo, em um laboratório “móvel”.

Tablets e *smartphones* são atraentes como instrumentos de laboratório por motivos que vão além de sua capacidade como ferramenta de medida. [...] O uso de um aparelho que faz parte do cotidiano fornece aos alunos uma referência familiar, capaz de mediar sua interação com o laboratório didático. Essa mediação facilita não apenas a realização das atividades propostas pelo professor; ela também favorece o

desenvolvimento de novas ações investigativas por parte dos alunos, como a proposta de experimentos que estendam a atividade prática original. Nada impede que essas ações sejam, inclusive, realizadas fora da sala de aula ou da escola. Como boa parte dos estudantes carrega um *smartphone* em seu bolso, eles podem utilizar os recursos do aparelho para analisar fenômenos do seu dia-a-dia, estabelecendo a relação essencial entre a física estudada na sala de aula e a experiência cotidiana. (Vieira, 2013)

2.3.4. A escolha do sistema operacional

Com “o avanço dos dispositivos móveis, possibilitou a introdução de sistemas operacionais mais avançados para nossos equipamentos” (NOVATO, p.3, 2015).

O *Android* nada mais é do que o nome do sistema operacional baseado em Linux que opera em *smartphones*, *netbooks* e *tablets*. É desenvolvido pela Open Handset Alliance, uma aliança entre várias empresas, dentre elas a Google. Este sistema possui um funcionamento idêntico a outros sistemas operacionais (como Windows, Mac OS, Ubuntu, entre outros), cuja função é gerenciar todos os processos dos aplicativos e do hardware de um computador. A diferença é que o *Android* foi impulsionado pela Google para ser operado nos seus próprios dispositivos móveis e, desta forma, entrar na concorrência com outros sistemas operacionais dominantes como o Symbian (dispositivos Nokia), iOS (dispositivos Apple, como iPhone) e Blackberry OS.

Não demorou muito para que o *Android* acabasse tornando-se “a plataforma para dispositivos móveis mais popular do mundo” (Discovery Android, p.5, 2012). O *Android* está presente em milhões de celulares, *tablets* e outros dispositivos trazendo o poder da Google e da web em suas mãos. Pois “com um *browser* incrivelmente rápido, sincronização em nuvem, sistema multitarefa, facilidades para se conectar e compartilhar, e os mais recentes aplicativos da Google (e milhares de outros aplicativos disponíveis na Google Play) com *Android* seu dispositivo está muito além de inteligente” (Discovery Android, p.5, 2012). Atualmente a Google tem uma forte influência no mercado de tecnologia e inovações, determinando o caminho que as outras empresas de criação vão seguir.

Então, considerando o contexto da esfera social no qual se está inserido, para que seja possível trabalhar com *tablets* e *smartphones* é necessário considerar o tipo de sistema operacional que se encontra em maior escala nos

celulares dos brasileiros. Essa escolha é importante, porque é a partir dela que irá ser trabalhada a possibilidade de se utilizar dos seus sensores instalados de fábrica, no auxílio dos aplicativos disponíveis nesta plataforma na medição e visualização dos fenômenos que pretende-se trabalhar com os estudantes.

No capítulo seguinte, serão descritos alguns dos sensores encontrados em *tablets* e *smartphones* e apresentadas atividades práticas envolvendo seu uso. Cada subtítulo é dedicado a um sensor diferente.

3. ROTEIROS EXPERIMENTAIS

Foi realizada uma seleção de 4 aplicativos encontrados no sistema operacional *Android*, dos assuntos gerais que são estudados na disciplina de física, de forma que, exista pelo menos um aplicativo que esteja previsto dentro dos temas estruturadores sistematizados pelo PCN+. Para realizar esta seleção dos aplicativos foram utilizadas, além das informações fornecidas pelos desenvolvedores dos dispositivos, trabalhos acadêmico/científico (teses, dissertações e artigos), que relatam a utilização destes aplicativos como instrumentos didáticos.

Realizada a seleção destes aplicativos, os mesmos foram testados e analisados de maneira que fosse garantida a validade dos seus resultados para os assuntos aos quais se referem, e como se adequaram as possibilidades de uso na sala de aula como laboratório móvel.

Após estes aplicativos serem testados e analisados, elaborou-se roteiros experimentais mostrando o conteúdo abordado, de forma que viesse a exibir suas possibilidades de contribuição com a aprendizagem da Física no ensino médio.

3.1. Acelerômetro

A maioria dos *tablets* e *smartphones* possuem um sensor acelerômetro. A primeira utilização desse sensor em computadores deu-se em 2003, em notebooks fabricados pela IBM/Lenovo. Ao detectar uma possível queda do aparelho o acelerômetro acionava o travamento do disco rígido, antes que o impacto colocasse em risco a integridade dos dados (Vieira, 2013). Posteriormente os acelerômetros foram utilizados em *tablets* e *smartphones* para organizar os conteúdos mostrados nas telas desses dispositivos, mantendo textos e figuras orientados ao longo da direção de leitura mais confortável ao usuário.

O típico acelerômetro de um *tablet* ou *smartphone* é capaz de medir acelerações no intervalo 2g (g é a aceleração da gravidade), em relação a um referencial inercial. A resolução pode chegar a 0,002g, mas na prática é limitada pela facilidade com que o sensor capta vibrações mecânicas do aparelho.

O acelerômetro encontrado em *tablets* e *smartphones* é um sistema eletromecânico extremamente pequeno, como se pode ver na Figura 2. Ele é baseado em pequenos capacitores cujas placas têm certa elasticidade, o que faz com que a distância entre elas varie quando o dispositivo sofre uma aceleração. Isso altera as capacitâncias, que uma vez medidas permitem a inferência da aceleração. Diferentes conjuntos de capacitores são dispostos de maneira a determinar a aceleração em três eixos distintos (X, Y e Z), como mostrado na Figura 3.

Figura 2: Tamanho de um acelerômetro utilizado em tablets e smartphones



Fonte: Telefones Celulares, 2014.

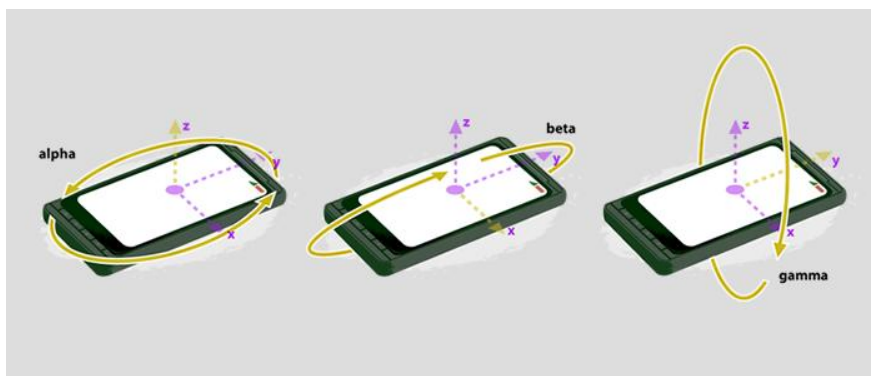
Figura 3: Estrutura eletromecânica de um acelerômetro



Fonte: Embarcados, 2014.

A Figura 4 mostra os diferentes eixos de orientação que une as componentes da aceleração.

Figura 4: Orientação dos eixos que une as componentes da aceleração



Fonte: Loop Infinito, 2014.

3.1.1. Movimento oscilatório periódico

O uso do sensor do acelerômetro é adequado para experiências em que a variação da velocidade é decisiva para caracterizar certa grandeza física.

A Figura 5 mostra o aparato experimental montado para descrição do movimento oscilatório produzida por um peso ligado a uma mola. O objetivo principal do aparato é determinar a constante elástica da mola.

Figura 5: Imagem da configuração experimental projetada para medir as propriedades da constante elástica da mola usando o sensor acelerômetro do smartphone



Fonte: O autor, 2016

Esta configuração experimental difere-se da clássica, por existir entre a mola e o peso calibrado a introdução de um dispositivo móvel (*smartphone*). No *smartphone* é colado uma fita adesiva sensível à pressão. A parte superior da fita adesiva é ligada a mola, e na parte inferior da fita adesiva há um furo para pendurar os pesos.

O movimento oscilatório ao longo do eixo vertical (X) de um objeto de massa m pendurado-se a uma mola com constante elástica k e deslocada em relação à posição de equilíbrio é descrito pela equação do período oscilatório:

$$T = \frac{2\pi}{\omega_0} \quad (\text{equação 1})$$

em que ω_0 é a frequência angular e está relacionada com o período (T) de oscilação.

Para encontrar o T descrito pelo sensor acelerômetro, utiliza-se o número de ciclos gerados pelo gráfico em um espaço de tempo:

$$T = \frac{\Delta t}{n} \quad (\text{equação2})$$

onde “n” é o número de ciclos em uma variação de tempo (Δt).

Uma vez que a frequência do movimento harmônico simples é conhecido, a constante da mola k pode ser calculado utilizando a seguinte expressão:

$$k = m\omega_0^2 \quad (\text{equação3})$$

onde “m” é a massa do sistema.

O uso de diferentes pesos permite a obtenção de um valor preciso da constante de mola por um ajustamento linear de mínimos quadrados do quadrado do período do movimento oscilatório como uma função do peso correspondente do sistema.

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{k} m \quad (\text{fórmula4})$$

onde π tem valor aproximado de 3,14.

Para comprovar os dados obtidos, pode ser utilizada a Lei de Hooke:

$$F = kx \quad (\text{equação5})$$

onde k é a constante elástica da mola, x é a deformação da mola e F é a força encontrada no sistema. A força (F), neste caso, pode ser encontrada com os parâmetros já conhecidos do sistema:

$$F = mg \quad (\text{equação6})$$

onde g é a gravidade da Terra.

Resultados

Para a realização deste experimento foi utilizado o aplicativo disponível para download *Physics Toolbox Accelerometer* que gera um gráfico, possibilitando a análise de número de ciclos por espaço de tempo. As curvas

traçadas no aplicativo permitem a determinação do período (e frequência) do sistema para diferentes massas.

O objetivo deste experimento foi encontrar a constante elástica da mola (k), através do aplicativo acelerômetro que é capaz de medir a oscilação do *smartphone*.

Com isso, à partir dos dados fornecidos através das curvas do gráfico gerado pelo aplicativo, pode-se encontrar o período (T) de cada uma das massas através da equação 2. Conhecendo estes períodos, foi possível substituir na equação 1, encontrando a frequência angular (ω_0) e posteriormente o " k " na equação 3.

Como os dados experimentais visualizado na Figura 6 mostram um amortecimento fraco na oscilação, a mesma pode ser desprezada, sendo assim, uma primeira aproximação. O período da oscilação e a massa do sistema, mostrados na Figura 7, são os parâmetros utilizados para ajustar a equação 4, em que um encontrou-se um coeficiente de regressão r^2 maior que 0,9996 foi obtido em todos os casos, indicando, assim, a boa qualidade dos dados.

Para comprovar a veracidade destes dados, utilizou-se como prova a Lei de Hooke, mostrada na equação 5, onde a mesma mede a deformação (x) da mola, que pode ser analisada com cada uma das massas utilizadas, a força peso que pode ser encontrada através da fórmula 6 e constante da mola (k), que ficou sendo a incógnita do sistema.

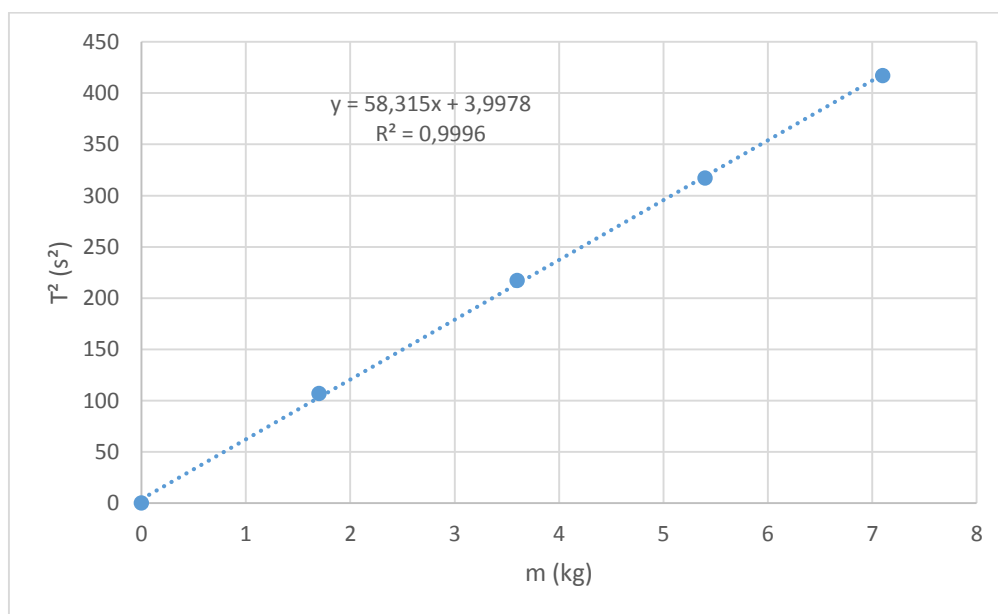
A diferença entre o valor da constante elástica obtida no experimento com o uso do acelerômetro e a calculada pela lei de Hooke foi de apenas 4,6%. Esse número foi encontrado a partir de uma divisão entre os resultados obtido através dos dados fornecidos pelo aplicativo e resultado obtido com os dados colhidos pela deformação da mola pela Lei de Hooke, respectivamente. O erro encontrado está dentro do esperado e se deve principalmente a margem de erro intrínseca dos equipamentos envolvidos nas medições. O que mostra que os dados obtidos com o aplicativo são confiáveis.

Figura 6: Foto das oscilações obtidas no experimento com o sensor acelerômetro do smartphone



Fonte: O autor, 2016

Figura 7: Ajuste dos dados experimentais com a equação 4 para se obter a constante elástica da mola



Fonte: O autor, 2016

3.2. Magnetômetro

Muitos *smartphones* vêm equipados com um magnetômetro capaz de medir as componentes de um campo magnético em três eixos perpendiculares (X, Y e Z). Em cada direção podem ser medidos campos de até 2 mili-tesla (mT). Para se ter uma ideia do que é possível medir com esse magnetômetro, o campo geomagnético é expresso em nano-tesla (nT) que é igual a 10^{-9} tesla. A intensidade do campo na superfície da Terra é da ordem de 70.000 nT próximo aos polos e cerca da metade deste valor próximo ao e imãs de porta de geladeira produzem campos da ordem de 1 mT. Os magnetos de terras raras podem gerar mais de 1T e não devem ser aproximados do dispositivo pois podem danificá-lo.

A Figura 8 mostra uma tela típica do aplicativo “Bússola” em *smartphones*.

Figura 8: Tela do aplicativo “Bússola”. A direção do campo magnético é dada pela coloração avermelhada em cima do eixo que aponta para o norte. O número na parte inferior da imagem representa a intensidade do campo magnético em μT



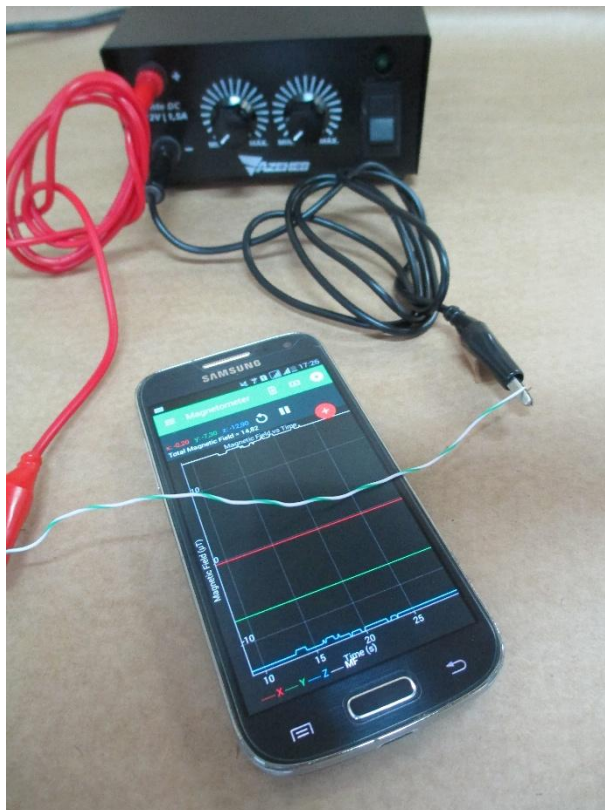
Fonte: O autor, 2016

3.2.1. Direção do campo magnético induzido por uma corrente elétrica

Smartphones contêm três sensores magnéticos perpendiculares uns aos outros. Estes sensores permitem orientar a tela em relação ao campo magnético da terra, o qual é muito útil em aplicações de navegação, por exemplo, nos GPS. Neste experimento utilizamos esses sensores para descrever a experiência de Oersted; ou seja, para mostrar como a direção do campo magnético no local

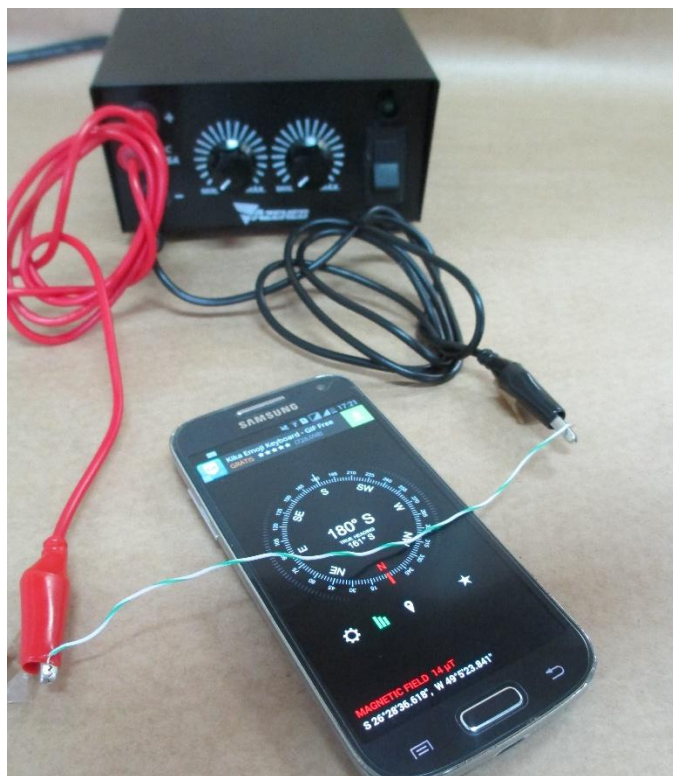
onde se encontra o aparelho, pode ser alterado quando o campo magnético induzido por uma corrente elétrica contínua é criado.

Figura 9: Imagem da configuração experimental sem variação do campo magnético medido graficamente



Fonte: O autor, 2016

Figura 10: Imagem da configuração experimental sem variação de campo magnético medido por uma bússola

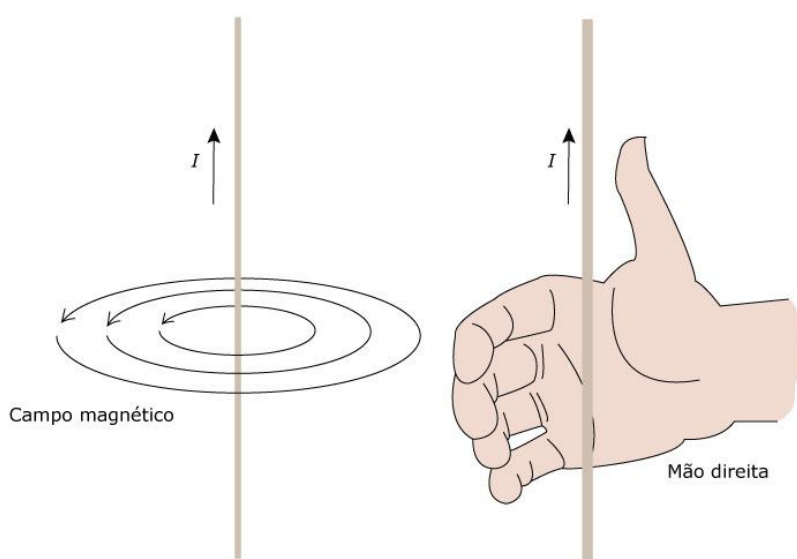


Fonte: O autor, 2016

Para esta configuração, ligou-se um cabo de comprimento linear de baixa resistência em série a uma fonte de alimentação em Corrente Contínua ou *Direct Current* (DC). Em seguida, colocou-se o fio ao longo do sensor de cruzamento magnético do aparelho, tal como é mostrado nas Figuras 9 e 10. Deste modo, a direção do campo magnético induzido pela corrente elétrica (obtida seguindo a regra da mão direita, mostrada na Figura 11) é perpendicular ao campo magnético da terra.

As Figuras 9 e 10 são meramente ilustrativas. Onde a fonte não queimou por ser alimentada em Corrente Contínua, contendo em sua configuração um desarmador em caso de curto no circuito.

Figura 11: Regra da mão direita utilizada para encontrar o campo magnético terrestre



Fonte: Ponto Ciência, 2013

Resultados

A proposta da prática de experimento de Oersted só é qualitativa. Utilizou-se a seção *Magnetometer* do aplicativo gratuito *Physics Toolbox Sensor Suite*. A parte introdutória da prática serve para explicar e compreender como as linhas do campo magnético giram em torno de um fio linear.

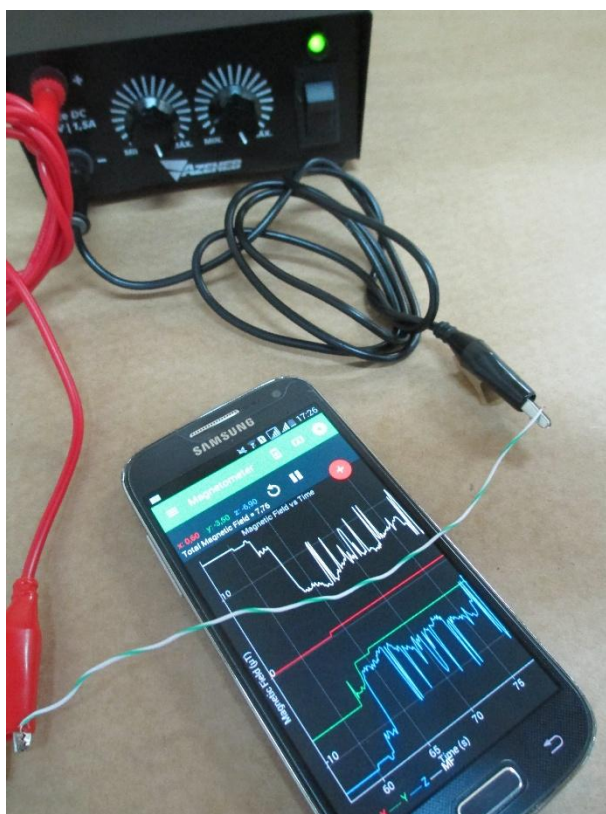
Antes de começar o experimento, encontrou-se a posição dos sensores magnéticos no smartphone utilizado para a prática. Isso foi feito através da rotação do alto-falante de um smartphone em torno de outro smartphone fixado com o aplicativo em execução ou com a ajuda de um pequeno ímã. A posição em que o fluxo magnético é máximo determina a localização do sensor. É importante que o ímã não seja colocado muito próximo ao smartphone, a fim de evitar a interferência do forte campo magnético do ímã com os processos internos do próprio dispositivo móvel.

Após conhecer a posição do sensor de campo magnético, atravessou-se paralelamente um fio linear sobre o dispositivo, como mostra a Figura 10. Nesse momento, mudou-se a direção e intensidade da corrente elétrica para estudar a variação da orientação da agulha da bússola digital mostrado pela aplicação.

Essa intensidade e mudança de orientação da agulha da bússola podem ser observadas nas Figuras 12 e 13, meramente ilustrativas, onde uma mostram

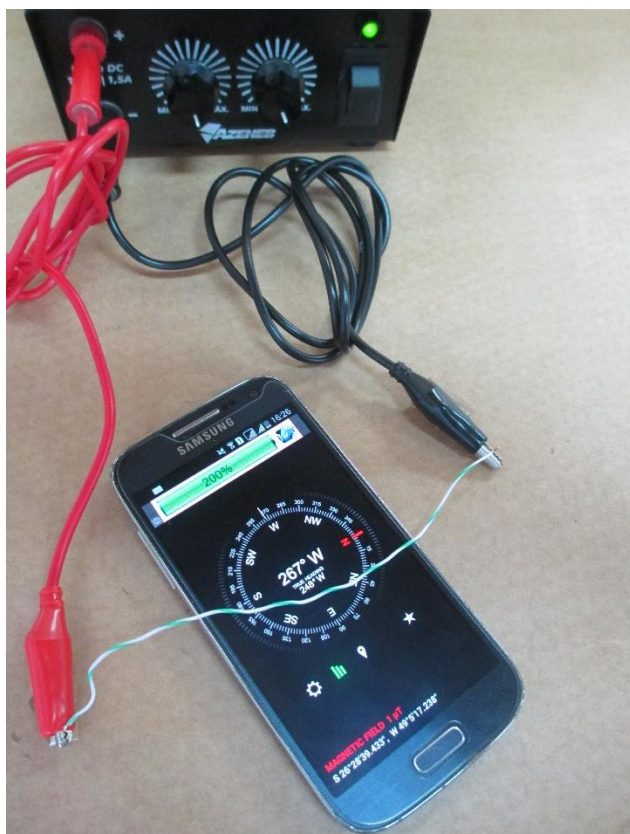
a intensidade do campo através das linhas de um gráfico nos 3 eixos (X, Y e Z), enquanto a outra mostra a mudança de orientação da agulha, saindo do ponto em que a bússola encontrava-se sem interação da corrente elétrica, para um ponto distinto, quanto a mesma era detectada pelo aplicativo.

Figura 12: Variação do campo magnético por uma corrente elétrica detectada graficamente



Fonte: O autor, 2016

Figura 13: Variação do campo magnético através de uma corrente elétrica detectada por uma bússola digital



Fonte: O autor, 2016

3.3. Giroscópio

O uso de smartphones têm sido proposto em vários experimentos de física, abrangendo mecânica, eletromagnetismo, óptica, oscilações e ondas, entre outros assuntos. Embora experiências mecânicas têm recebido uma atenção considerável, a maioria deles baseiam-se no uso do acelerômetro. Um aspecto que tem recebido menos atenção é o uso de sensores de rotação ou giroscópios.

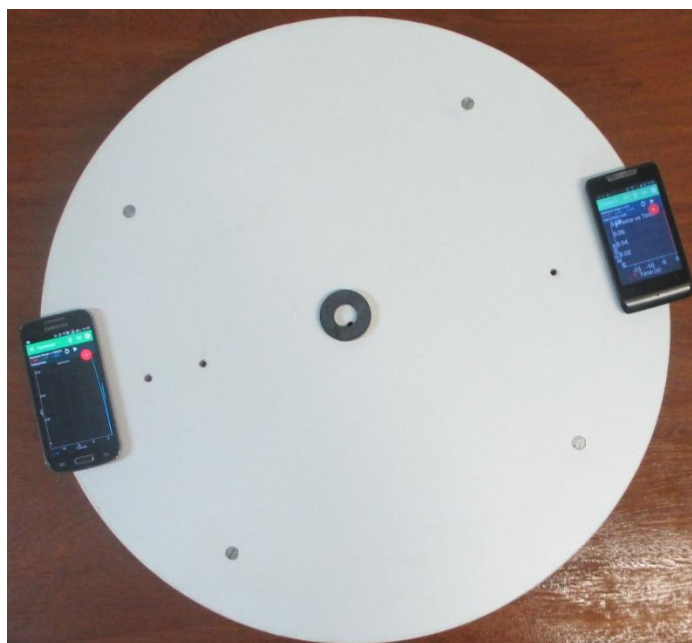
A função deste sensor é ajustar a posição e direção baseada nos princípios da aceleração em direções diferentes. Quando usado em conjunto com o sensor acelerômetro, o giroscópio detecta movimentos baseados em 3 dimensões (X, Y e Z) e em diferentes sentidos (esquerda, direita, para cima, para baixo, frente e trás). Usando o sistema do telefone e o pequeno microfone *Ultra Small (MEMS)*, capaz de reconhecer gestos de toque, além de navegação GPS. Um avanço adicional na utilização destes dispositivos é dada pela possibilidade de obtenção de dados usando o acelerômetro e o giroscópio, simultaneamente.

3.3.1. A relação entre velocidade angular e aceleração centrípeta

O objetivo deste experimento é analisar a relação entre a aceleração centrípeta e a velocidade angular. Para isto, utilizou-se um disco rotativo, onde dois smartphones são dispostos paralelamente.

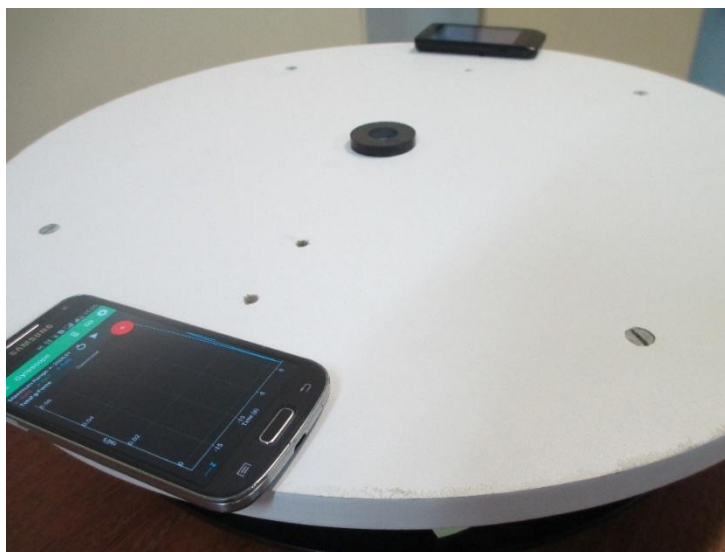
A configuração experimental, mostrada nas Figuras 13, 14 e 15, consiste em dois smartphones posicionados, com fita adesiva, na região periférica de um disco rotativo. Um smartphone modelo Samsung S4 mini e um Motorola Razr, com sensores: acelerômetro e giroscópio. Os dados que são relevantes nesta experiência são os obtidos pelo sensor de rotação de acordo com o eixo z e a aceleração radial correspondente ao eixo x.

Figura 14: Configuração Experimental para medição dos sensores giroscópio e acelerômetro



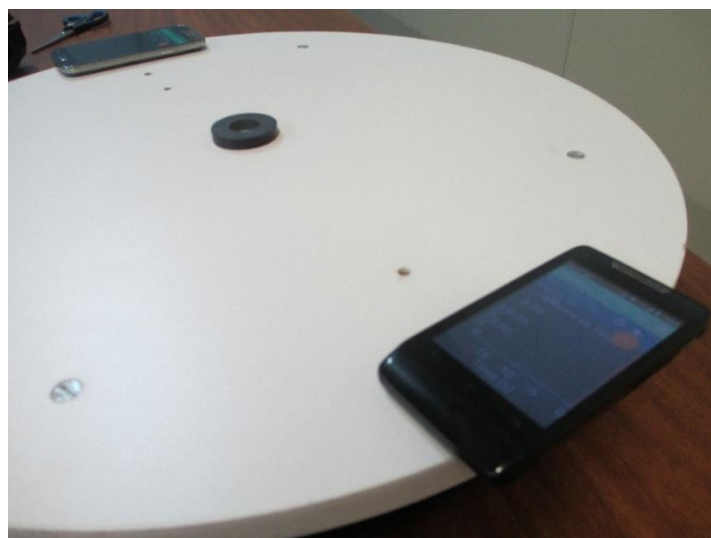
Fonte: O autor, 2016

Figura 15: Visão do smartphone com o sensor giroscópio em relação ao smartphone com o sensor acelerômetro



Fonte: O autor, 2016

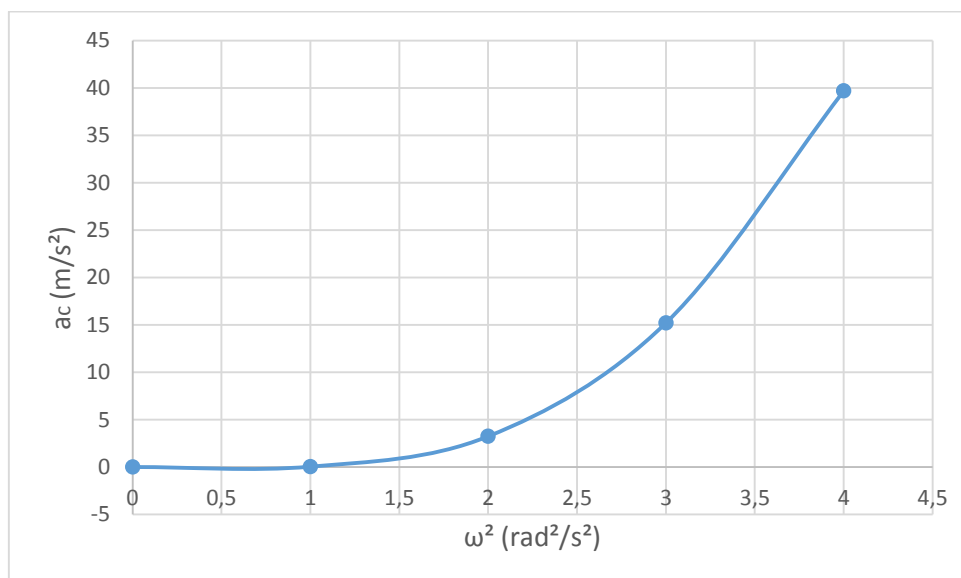
Figura 16: Visão do smartphone com o sensor acelerômetro em relação ao smartphone com o sensor giroscópio



Fonte: O autor, 2016

O disco foi impulsionado inicialmente no sentido anti-horário e posteriormente no sentido horário. A experiência foi realizada com a distância de 22,5 cm do aparelho para o centro de rotação. A velocidade angular é medida com a componente z do giroscópio, enquanto a aceleração centrípeta é medida com o eixo x do acelerômetro.

Figura 17: Aceleração centrípeta em relação a velocidade angular ao quadrado



Fonte: O autor, 2016

As medidas obtidas estão apresentadas na Figura 19, em que a a_c (aceleração centrípeta) é representada graficamente como uma função da velocidade angular ω .

Resultados

Os dados obtidos no gráfico da Figura 19 comprovam que ambas as magnitudes são relacionadas pela equação:

$$a_c = \omega^2 R \quad (\text{equação 7})$$

onde R é a distância a partir do smartphone para o eixo do disco

Neste experimento utilizou-se dois dos sensores disponíveis no smartphone: acelerômetro e giroscópio. Isso além de contar com dois aparelhos distintos, em razão de que os dados obtidos fossem facilmente comparados.

Primeiramente, o experimento foi montado de forma que um smartphone estivesse paralelo ao outro quando fossem colocados em rotação. O acelerômetro teve seu eixo x orientado para cima, enquanto o giroscópio teve seu eixo z orientado para o centro, o eixo de rotação.

Antes de encontrar a relação que um sensor tinha com o outro, para medir a relação entre aceleração centrípeta e velocidade angular, mediu-se primeiro a velocidade angular através do giroscópio.

Feito isso, o disco foi colocado para girar por cerca de 60 segundos, sendo: 30 segundos no sentido anti-horário e 30 segundos no sentido horário. Esse procedimento foi realizado 4 vezes, de forma que fosse realizada uma média para encontrar cada um dos valores plotados no gráfico apresentado na Figura 19.

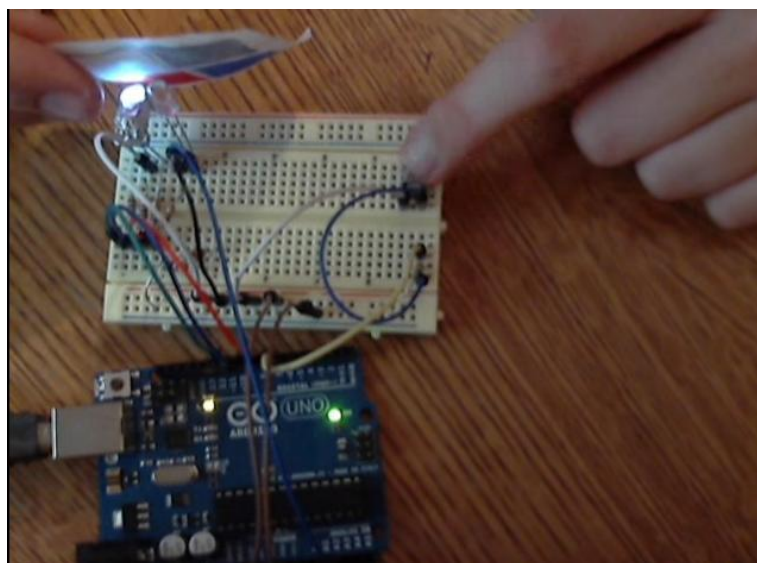
Esta experiência ilustra a simplicidade de usar um smartphone em experimentos de física. Vale ressaltar que o experimento proposto aqui não é fácil de implementar em um laboratório tradicional. Na verdade, medições de velocidade angular exigem sensores de rotação que não são facilmente acoplados a aparelhos rotativos, tal como um disco rotativo. Além disso, os sensores tradicionais disponíveis na maioria dos laboratórios não são apenas consideravelmente mais caro do que smartphones, mas também necessitam de conexões com fio.

3.4. Sensor de Proximidade e Sensor de Iluminação

3.4.1. Sensor de iluminação

O sensor de iluminação também chamado de sensor de Red-Green-Blue (RGB), mede a intensidade da luz do ambiente em que você está, e, com isso, ajusta o brilho da sua tela de acordo com a iluminação externa.

Figura 18: Sensor de cores Arduino



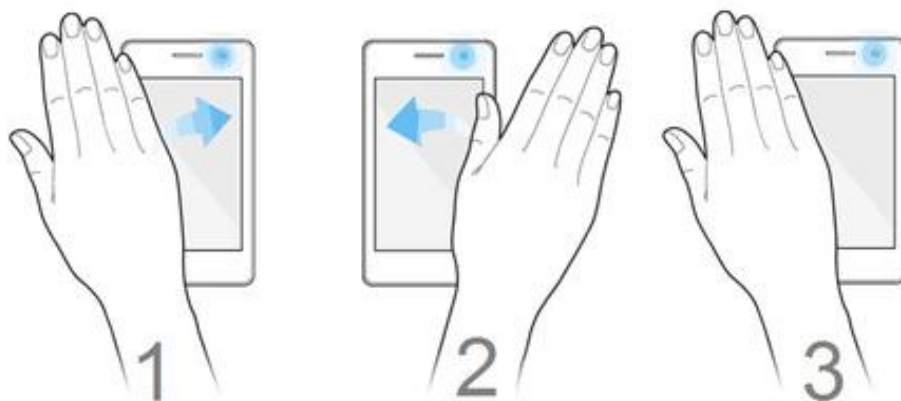
Fonte: AVRHUMAN, 2013

3.4.2. Sensor de proximidade

Este sensor, também conhecido como sensor infravermelho, baseia-se na detecção de objetos a partir de reflexão de raios de luz infravermelha. Um equipamento com esse sensor emite luz invisível e, quando um objeto entra em seu raio de alcance, o dispositivo mede os fótons – partículas de luz – que foram refletidos pelo material “invasor”, acionando, assim, um circuito elétrico.

O sensor consegue, então, por meio da luz refletida pelo objeto, medir sua distância por meio de cálculo de frequência do sinal recebido. O problema com essa tecnologia é que pode ser facilmente interferida por outras fontes de luz ao redor, diminuindo sua precisão – porém há modelos mais avançados que modulam a luz em uma frequência específica, diminuindo a interferência de luzes de fundo.

Figura 19: Sensor de Proximidade localizado na parte frontal do smartphone



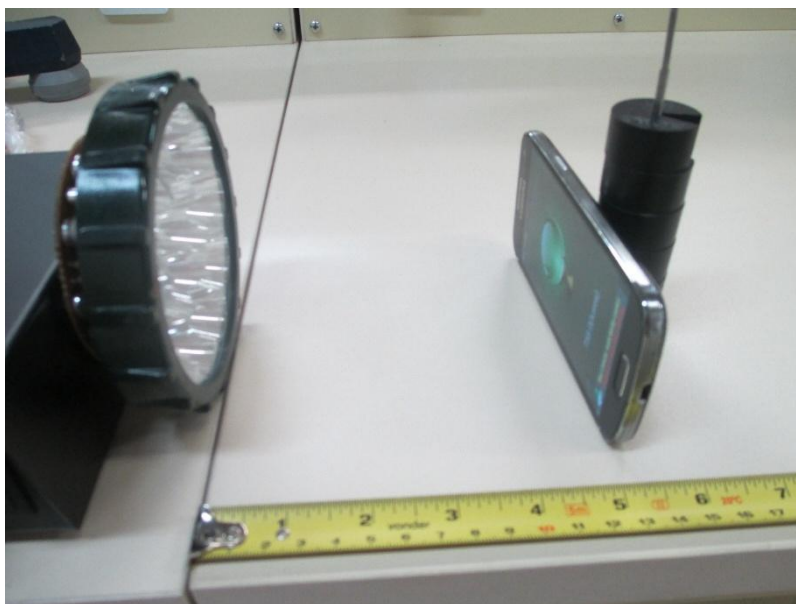
Fonte: Faixa Mobi, 2013

3.4.3. Variação com o quadrado da distância

O sensor de luz do smartphone permite ajustar o brilho da tela para a luz do ambiente, a fim de poupar a bateria e adequar a visibilidade máxima do dispositivo móvel para as condições existentes. Este sensor de luz ambiente funciona como um luxímetro e existem várias aplicações que permitem determinar de forma quantitativa o poder da luz, medida por este sensor.

A montagem experimental é proposta para medir a variação da intensidade da luz, como uma função da distância para uma fonte de luz, composta por uma fonte de luz (lâmpada da lanterna) e uma régua para medir a distância da fonte de luz para o sensor de luz ambiente smartphone, conforme mostrado na Figura 22. Com esta configuração simples é possível evidenciar a proporcionalidade inversa entre a intensidade da luz e o quadrado da distância, entre a fonte luminosa e o sensor.

Figura 20: Imagem da configuração experimental concebido para medir a variação da intensidade da luz com a distância utilizando o sensor de luz ambiente do smartphone



Fonte: O autor, 2016

Resultado

Para a realização deste experimento foi utilizada a seção *Proximity Sensor* e *Light Sensor* do aplicativo gratuito *Sensor Box for Android*. Este aplicativo não permite a gravação da intensidade para cada distância, entretanto foi plotado o valor da intensidade obtida em função da distância da fonte detectora.

Na montagem do experimento foi utilizada uma trena de 2 metros, uma lampada Led de brilho intenso de uma lanterna e o smartphone com o aplicativo que media a intensidade, conforme mostrado na Figura 21. Para cada distância foi detectada uma intensidade da luz, e foi medida de 0,2 cm em 0,2 cm, de forma que o decaimento da intensidade luminosa pudesse ser mostrada de uma forma gráfica.

A intensidade luminosa experimental, como uma função do inverso do quadrado da distância do detector de luz, segue uma linha de tendência linear, como mostrada na Figura 22. Os dados obtidos no experimento comprovam a relação conhecida entre a intensidade da luz medida em cada distância, conforme mostrado na equação abaixo:

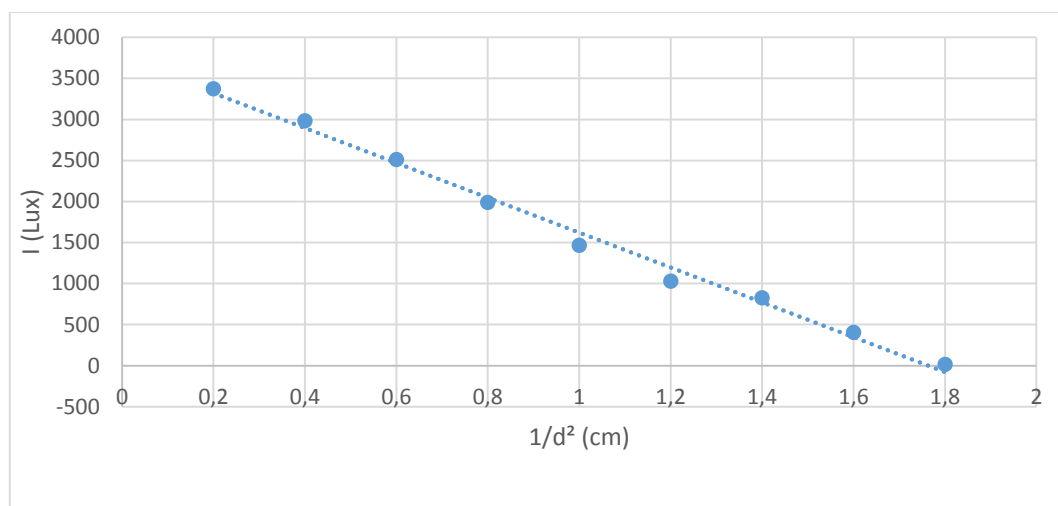
$$I(d) = I_0 \frac{1}{d^2} \quad (\text{equação 8})$$

Figura 21: Realização do Experimento com o sensor de iluminação



Fonte: O autor, 2016

Figura 22: Evolução Experimental da intensidade com inverso do quadrado da distância fonte detectora



Fonte: O autor, 2016

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os diferentes sensores disponíveis em *smartphones* são ferramentas úteis para possíveis aplicações em medições experimentais e demonstrações científicas como foi demonstrado ao longo deste trabalho. O uso de aplicativos de *smartphones* nas práticas de laboratório aqui projetadas cobrem diferentes áreas de Física e abrem a porta para que os estudantes possam realizar suas próprias experiências em casa, explorando a tecnologia implementada em seus celulares.

Neste trabalho, apresentou-se o desenvolvimento de práticas fundamentais para laboratórios de física, sem a necessidade de um laboratório tradicional para que fossem realizados, utilizou-se apenas diferentes sensores do *smartphone*, mostrando sua aplicação como ferramenta didática para o ensino de Física. Os resultados dos experimentos demonstraram, com sucesso, que os aplicativos de celular fornecem resultados confiáveis e que podem ser utilizados pelos estudantes para compreender melhor os fenômenos físicos estudados.

Em cada um dos experimentos pode-se observar que os sensores dependem de um conjunto de ações para que funcionem de forma adequada, mas que podem reproduzir um fenômeno e indicar sua natureza com grande facilidade.

Além disso, o uso do *smartphone* mostra a autonomia que o estudante pode ter em tornar-se responsável pela construção do seu próprio conhecimento, uma vez que, conhecendo os recursos disponíveis na palma da sua mão, entenda o valor significativo que o mesmo pode ter para auxiliá-lo a compreender algo que até então possa parecer-lhe abstrato, este sujeito conquista a independência de utilizar seu dispositivo móvel de uma maneira mais didática.

Destas possibilidades de uso de *smartphones* como ferramenta didática para o ensino de Física, o docente tem consigo uma ferramenta capaz de tornar-se tão atrativa na captação da atenção dos alunos, que tem potencial para vir a transformar a aula não só em um laboratório móvel e uma ferramenta de ensino, como também uma metodologia que aproxima a sua fala do cotidiano, vivência e conhecimento prévio do aluno.

Com isso, pode-se verificar a eficácia de transformar o *smartphone* em um laboratório móvel, sendo assim, uma ferramenta possível de ser utilizada em qualquer espaço, sem que haja, obrigatoriamente, a necessidade de um laboratório específico e físico, para a execução das práticas que a disciplina exige para demonstrar os fenômenos da natureza.

REFEREÊNCIAS

AVRHUMAN. **Arduino RGB color sensor**. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=SYgOSV7xwxY>>. Acesso em: 15 fev 2016

BATISTA, G. **Saiba tudo sobre Smartphones**. Artigonal. Disponível em: <<http://www.artigonal.com/telefonica-e-celular-artigos/saiba-tudo-sobre-os-smartphones-4601618.html>>. Acesso em: 25 mai 2015.

BORGES, A. T. **Novos rumos para o laboratório escolar de ciências**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.

BRASIL, Ministério da Educação e do Desporto, Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais**. Brasília: MEC/SEF, 1998.

BRASIL. Senado Federal. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional: nº 9394/96**. Brasília : 1996.

CELULARDIRETO. **O sucesso dos smartphones no Brasil**. Outrolado. Disponível em: <<http://outrolado.com.br/o-sucesso-dos-smartphones-no-brasil/>>. Acesso em: 05 jun 2015.

CORREIA, J. A. **Estereoscopia digita no ensino da química**. 2005. 114 p. Dissertação (Mestrado em Educação Multimedia). Departamento de Química da Faculdade de Ciências, Universidade do Porto, Porto.

DIGICRIATIVA. **A popularidade dos smartphones e o uso de aplicativos mobiles**. Disponível em: < <http://www.digicriativa.com.br/blog/a-popularidade-dos-smartphones-e-o-uso-de-aplicativos-mobiles/>>. Acesso em: 02 jun 2015.

EMBARCADOS. **MEMS - Sistemas Microeletromecânicos**. Disponível em: <<http://www.embarcados.com.br/mems/>>. Acesso em: 11 fev 2016.

FAIXAMOBIL. **Aplicativo Double Waves permite interagir com os smartphones Symbian sem encostar no celular**. Disponível em: <<http://faixamobi.com/2013/10/06/double-waves-symbian/>>. Acesso em: 15 fev 2016

GERHARD, A. C.; FILHO, J. B. R. **A fragmentação dos saberes na educação científica escolar na percepção de professores de uma escola de ensino médio**. Revista Investigações em Ensino de Ciências, Porto Alegre, v. 17, n. 1, p. 125-145, mar. 2012

GÓMEZ-TEJEDOR, J.A., CASTRO-PALACIO, J.C., MONSORIU J.A. (2015). **Frequency Analyser: A New Android Application for High Precision Frequency Measurement**. *Computer Applications in Engineering Education*. DOI 10.1002/cae.21618

GOULART, M. **Popularidade de smartphones estimula a criação de malwares.** Universitário. Disponível em: <<http://www.universitario.com.br/noticias/n.php?i=11112>>. Acesso em: 02 jun 2015.

HART, C., MULHALL, P., BERRY, A., LOUGHRAN, J., GUNSTONE, R. **What is the Purpose of this Experiment? Or Can Students Learn Something from Doing Experiments?** Journal of Research in Science Teaching, v. 37, n. 7, p. 655-675, 2000.

HODSON, D. **Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio.** Enseñanza de las Ciencias, v. 12, n. 3, p. 299-313, 1994.

HOFSTEIN, A.; LUNETTA, V. N. **The laboratory in science education: Foundations for the twenty.** First century, Science Education, v. 88, n.1, p. 28-54, 2004.

KLEIN, P.; HIRTH, M.; GRÖBER, S.; KUHN, J.; MÜLLER, A. Classical experiments revisited: smartphones and tablet PCs as experimental tools in acoustics and optics. Physics Education, London, v. 49, n. 4, p. 412-418, jul. 2014.

LOOPINFINITO. **Acelerômetro do Mallandro, Glu glu ié ié!** Disponível em: <<http://loopinfinito.com.br/2012/10/10/acelerometro-do-mallandro-glu-glu-ie-ie/>>. Acesso em: 11 fev 2016

MENDES, Alexandre. **TIC – Muita gente está comentando, mas você sabe o que é?** In: iMasters. Disponível em: <<http://imasters.com.br/artigo/8278/>>. Acesso em 11 jun 2015.

MONSORIU, J. A., GIMÉNEZ, M. H., RIERA, J., VIDAURRE, A. (2005). **Measuring coupled oscillations using an automated video analysis technique based on image recognition.** European Journal of Physics, 26, 1149-1155.

MONTEIRO, D. H.; ALVES, F.; SALVADOR, G. S.; SILVA, G. M.; ANHAIA, L.; SANTOS, R. A.; BARROS, W. V. **A popularização dos smartphones e tablets.** ETEC Hortolândia. 2012

MORIMOTO, C. **Introdução: Os Smartphones.** Guia do Hardware.net Disponível em: <<http://www.hardware.com.br/livros/smartphones/introducao-smartphones.html>>. Acesso em: 25 mai 2015.

MOURA, D. **Cibercultura: notas sobre smartphone, adolescência e memória.** Revista Temática, Insite, ano IX, n. 7, p. 3-13, jul 2013

MUSS, E. R. **Teoria da adolescência.** Tradução: Instituto Wagner de Idiomas. Belo Horizonte, Interlivros, 1972.

Ng, T. W. & Ang, K. T. (2005). **The optical mouse for harmonic oscillator experimentation.** *American Journal of Physics* 73, 793-795.

NOVATO, D. **O que é Android?** Oficinadanet. Disponível em: <<http://www.oficinadanet.com.br/post/13849-o-que-e-android>>. Acesso em: 08 jun 2015.

Paraná. Secretaria de Estado da Educação. **Superintendência da Educação.** Coordenação de Gestão Escolar. Organização do trabalho pedagógico / Secretaria de Estado da Educação. Superintendência da Educação. Coordenação de Gestão Escolar. – Curitiba : SEED – Pr., 2010. – 128p.

PINTO, P. **aCalendar - Uma alternativa ao calendário do Android.** pplware. Disponível em:< <http://pplware.sapo.pt/smartphones/android/acalendar-uma-alternativa-ao-calendrio-do-android/>>. Acesso em: 05 jun 2015.

PONTOCIÊNCIA. **Regra da Mão Direita.** Disponível em: <http://www.pontociencia.org.br/galeria/?content%2FFisica%2FEletromagnetismo%2FRegra-da-m_o-direita.jpg>. Acesso em: 22 fev 2016

POZZEBON, R. **De que forma os Tablets influenciam nas nossas vidas.** Oficina Net Disponível em: <http://www.oficinadanet.com.br/artigo/tecnologia/de_que_forma_os_tablets_influenciam_nas_nossas_vidas>. Acesso: 25 mai 2015.

SAMSUNG, Newsroom. **Samsung Introduces the GALAXY S4 mini: A Powerful, Compact Smartphone.** Disponível em: <<https://news.samsung.com/global/samsung-introduces-the-galaxy-s4-mini-a-powerful-compact-smartphone>>. Acesso em: 11 fev 2016

TELEFONESCELULARES. **Celulares com acelerômetro – o que é?** Disponível em: <<http://www.telefonescelulares.com.br/celulares-com-acelerometro/>>. Acesso em: 11 fev 2016

THORNTON, R.K.; SOKOLO, D.R. **Learning motion concepts using realtime microcomputer-based laboratory tools.** *American Journal of Physics*, v. 58, n. 9, p. 858-867, 1990.

VANNONI, M. & STRAULINO, S. (2007). **Low-cost accelerometers for physics experiments.** *European Journal of Physics* 28, 781-787

VIEIRA, E.; CARVALHO, L. **Invasão tecnológica: geração tablet?.** Disponível em:< <http://www.com.ufv.br/disciplinas/cibercultura/2011/03/invasao-tecnologica-geracao-tablet/>>. Acesso em: 25 mai 2015

VIEIRA, L. P. **Experimentos de física com smartphones e tablets.** 2013. 116p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Instituto de Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.