

## O uso de smartphones para o desenvolvimento de atividades experimentais no ensino de física

*The use of smartphones to develop experimental activities in physics teaching*

*El uso de teléfonos inteligentes para desarrollar actividades experimentales en la enseñanza de la física.*

**Marília Marinho Ariston** (mariliamarinho14@gmail.com)  
Secretária da Educação do Estado do Ceará - SEDUC/CE, Brasil

**Alessandra Alexandrino Aquino** (als.aquino@uece.br)  
Secretária da Educação do Estado do Ceará - SEDUC/CE, Brasil

**Gilberto Dantas Saraiva** (gilberto.saraiva@uece.br)  
Universidade Estadual do Ceará -UECE, Brasil

**Antônio Joel Ramiro de Castro** (joelcastro@ufc.br)  
Universidade Federal do Ceará – UFC, Brasil

**Maria Sônia Silva de Oliveira Veloso** (soniaufr@gmail.com)  
Universidade Federal de Roraima – UFRR, Brasil

**Resumo:** O uso de *smartphones* como ferramentas experimentais oferecem uma versatilidade inspiradora para o Ensino de Física. Isso porque os sensores desses aparelhos fornecem várias possibilidades de medições. Com o objetivo de ratificar o uso de smartphones como ferramenta aliada ao processo de ensino e aprendizagem nas aulas de Física, o trabalho consistiu no compartilhamento de uma experiência de uso de smartphones durante aulas de Física do Ensino médio, realizada com alunos de uma escola pública do Ceará. A metodologia consistiu inicialmente numa pesquisa sobre sensores que podem ser aplicados para medir grandezas físicas, seleção de experimentos, realização dos experimentos durante as aulas e análise dos resultados. A partir dos dados obtidos, foi possível observar que o uso do smartphone foi eficaz na simulação de experimentos, proporcionou uma participação ativa dos alunos e medidas que trouxeram uma maior convergência entre a teoria estudada e o cotidiano do aluno.

**Palavras-chave:** Práticas Laboratoriais. Experimentos de Física. Smartphones. Sensores.

**Abstract:** The use of smartphones as experimental tools offers an inspiring versatility for teaching physics. This is because the sensors in these devices provide several measurement possibilities. Aiming to ratify the use of smartphones as a tool allied to the teaching and learning process in physics classes, the work consisted of sharing an experience of using smartphones during high school physics classes, carried out with students from a public school of Ceará. The methodology initially consisted of research on sensors that can be applied to measure physical quantities, selection of experiments, carrying out experiments during classes and analyzing the results. From the data obtained, it was possible to observe that the use of the smartphone was effective in

Recebido em: 05/10/2021

Aceito em: 05/04/2022

simulating experiments, provided an active participation of students and measures that brought greater convergence between the studied theory and the student's daily life.

**Keywords:** Laboratory Practices. Physics Experiments. Smartphones. Sensors.

**Resumen:** El uso de teléfonos inteligentes como herramientas experimentales ofrece una versatilidad inspiradora para la enseñanza de la física. Esto se debe a que los sensores de estos dispositivos ofrecen varias posibilidades de medición. Con el objetivo de ratificar el uso de los teléfonos inteligentes como herramienta aliada al proceso de enseñanza y aprendizaje en las clases de física, el trabajo consistió en compartir una experiencia de uso de teléfonos inteligentes durante las clases de física de secundaria, realizada con estudiantes de una escuela pública de Ceará. La metodología inicialmente consistió en la investigación de sensores que se pueden aplicar para medir cantidades físicas, selección de experimentos, realización de experimentos durante las clases y análisis de resultados. A partir de los datos obtenidos, se pudo observar que el uso del teléfono inteligente fue efectivo en la simulación de experimentos, brindó una participación activa de los estudiantes y medidas que trajeron una mayor convergencia entre la teoría estudiada y la vida cotidiana del estudiante.

**Palabras-clave:** Prácticas de laboratorio. Experimentos de física. Smartphones. Sensores

## INTRODUÇÃO

A Física é uma área de conhecimento que tem como objeto de estudo os fenômenos naturais. Suas leis são elaboradas e comprovadas de forma experimental, dentro de um contexto epistemológico que Chevallard (1991) denomina como saber sábio. A transição do conhecimento científico (saber sábio) para o conhecimento escolar (saber a ensinar), envolve o esforço do professor em pensar estratégias para aproximar-se da linguagem dos alunos (saber ensinado) (DA SILVA JUNIOR; LONDERO, 2019; SANTOS; LUCIANO CARDOSO; RIBEIRO; PRUDÊNCIO, 2020).

Nessa perspectiva, a transformação do saber definido pelos cientistas até chegar à sala de aula é um processo desafiador. Isso porque é necessária uma articulação entre teoria e prática. E, uma das ferramentas essenciais para atribuir significados e potencializar o conhecimento teórico durante as aulas é o laboratório de Ciências. Uma vez que, a experimentação proporciona um elo entre teoria e prática.

Nesse contexto, as atividades experimentais pertencem ao que Chevallard (1991) denominou de transposição didática interna, a qual se caracteriza pela transformação do saber a ensinar no saber ensinado. Situação na qual o conhecimento chega de fato a sala de aula através da articulação entre a escola, o professor e o aluno (DA SILVA JUNIOR; LONDERO, 2019). No entanto, essa articulação tem sido um grande desafio para os professores de Física no Brasil. Isso porque a experimentação exige laboratórios

*Recebido em: 05/10/2021*

*Aceito em: 05/04/2022*

equipados e formação continuada para os docentes (PINHO; FILHO, 2000; WERNER DA ROSA, 2003).

De acordo com dados divulgados pelo Portal INEP (2019)<sup>1</sup>, o censo escolar de 2018 constatou que 95% das escolas de ensino médio têm acesso à internet, mas apenas 44% têm laboratório de ciências. Este importante ambiente de aprendizagem está presente em 38,8% das escolas de ensino médio da rede pública, e em 57,2% na rede privada.

Segundo Castro (2017), a falta de laboratórios de ciências nas escolas tem sido um fator decisivo na falta de interesse dos alunos pela disciplina de Física. Existe uma necessidade real da oferta de um ensino contextualizado, que permita ao aluno relacionar a teoria estudada com o seu cotidiano.

Nesta perspectiva, o uso de tecnologias surge como uma alternativa promissora na interlocução entre a teoria e a prática, como indicado pela pesquisa de Lucca et. al. (2021), na qual destaca-se que a construção de objetos de aprendizagem pode colaborar com a aprendizagem significativa de conceitos, tanto de física como de matemática, o que se enquadra no propósito de um ensino científico e tecnológico.

Diante desse cenário, muitos professores de Física têm buscado alternativas para adequar as suas aulas de acordo com os recursos ofertados pelos estabelecimentos de ensino e com a realidade dos alunos (PARADA EGUEZ; SILVA OLIVEIRA VELOSO, 2021; ROSSINI *et al.*, 2021; SAMPAIO, 2021). Uma proposta bem interessante e mais viável economicamente tem sido o uso de sensores de smartphones para a realização de atividades experimentais de física.

Os smartphones estão se tornando cada vez mais populares, principalmente entre os jovens. É uma tecnologia que possui diversas funcionalidades, mas ainda é pouco explorada para fins educacionais. Inclusive há divergências quanto à permissão do uso desses aparelhos no ambiente escolar. Estudos revelam que diversos aplicativos podem ser utilizados como verdadeiros instrumentos científicos. Isso porque sensores como acelerômetro, sensor de luz, bússola, podem ser uma alternativa para a realização de medições em atividades experimentais (NUNES; SILVA, 2021; ROSSINI *et al.*, 2021)

---

<sup>1</sup>[http://portal.inep.gov.br/artigo/-/asset\\_publisher/B4AQV9zFY7Bv/content/dados-do-censo-escolar-noventa-e-cinco-por-cento-das-escolas-de-ensino-medio-tem-acesso-a-internet-mas-apenas-44-tem-laboratorio-de-ciencias/21206#:~:text=Os%20dados%20s%C3%A3o%20do%20Censo,Inep\)%20em%2031%20de%20janeiro.&text=Enquanto%20o%20acesso%20C3%A0%20internet,apenas%2044%2C1%25%20delas](http://portal.inep.gov.br/artigo/-/asset_publisher/B4AQV9zFY7Bv/content/dados-do-censo-escolar-noventa-e-cinco-por-cento-das-escolas-de-ensino-medio-tem-acesso-a-internet-mas-apenas-44-tem-laboratorio-de-ciencias/21206#:~:text=Os%20dados%20s%C3%A3o%20do%20Censo,Inep)%20em%2031%20de%20janeiro.&text=Enquanto%20o%20acesso%20C3%A0%20internet,apenas%2044%2C1%25%20delas).

Acessado em 24 de setembro de 2021, as 12 horas e 30 minutos.

**Recebido em: 05/10/2021**

**Aceito em: 05/04/2022**

Com o objetivo de aliar o ensino de Física com as novas tecnologias, o trabalho propõe o uso de sensores de smartphones como instrumentos de medição durante práticas experimentais de Física. A experiência foi realizada com estudantes de uma escola pública da rede estadual do Ceará, localizada no município de Fortaleza.

## O USO DE SMARTPHONE COMO FERRAMENTA DE ENSINO-APRENDIZAGEM NO ENSINO DE FÍSICA

As transformações tecnológicas dos últimos anos têm gerado um novo cenário, protagonizado por uma sociedade digital. Não obstante, a educação tem buscado se renovar e reaprender a ensinar para acompanhar essas mudanças. Diversos estudos têm destacado a importância do uso das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs) na educação como uma ferramenta de ensino-aprendizagem. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) na sua competência 5, destaca que é necessário:

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva. (BNCC, 2018, p. 9)

Nesse contexto, é necessário ressaltar que a inserção das tecnologias digitais na educação não deve se restringir somente a um caminho para promover aprendizagens ou despertar o interesse dos alunos, mas sim como uma ponte para que eles adquiram autonomia para construir os próprios conhecimentos.

Um ambiente propício para a construção dessa nova prática pedagógica é o laboratório, entretanto, existem muitas dificuldades nas escolas em relação ao seu uso. Muitos se encontram em péssimo estado de conservação, sem controle de materiais, sem a acomodação adequada para todos os alunos, enfim, uma infinidade de empecilhos (WESENDONK; TERRAZZAN, 2020). Outra dificuldade encontrada para justificar a falta de experimentações no contexto escolar se deve ao tempo escolar ou falta de profissionais na área, falta de recurso tecnológico, o currículo desatualizado e descontextualizado (SANTOS; BIANCA MARTINS; SILVA; ROSA, 2020). Além disso, Soga, Ueno-Guimarães e Muramatsu (2020) indicaram que a execução de experimentos deve ser feita de maneira adequada e evitar equívocos que levam a conclusões inadequadas.

A prática experimental proporciona ao aluno um contato maior entre a realidade e o conteúdo elaborado, possibilitando sua interação direta e com isso se torna o protagonista de seu próprio conhecimento, se tornando mais maduro e consciente do seu

*Recebido em: 05/10/2021*

*Aceito em: 05/04/2022*

papel na sociedade (BENFÍCA; PRATES, 2020). É preciso formar cidadãos críticos, que opinem, questionem, onde possam construir o conhecimento baseado na vivência. Segundo Silva, Marques e Marques (2020) indicam a importância das atividades experimentais, onde essas são mecanismos para aproximar os estudantes da Física de uma forma mais concreta, sobretudo, estimulando o aluno a pensar, criar hipóteses, analisar um problema e propor soluções, como também despertando o interesse pela pesquisa científica.

As aulas práticas tornam-se mais atrativas e interessantes, despertando a motivação e a curiosidade de todos, principalmente daqueles que não possuem empatia com a disciplina de Física. Para muitos alunos, a aula expositiva no quadro não é suficiente para a compreensão do conteúdo, restando muitas dúvidas na assimilação dos mesmos. Consequentemente, levando a mecanização do conteúdo visto e dessa forma a apresentação de conceitos sem realizar a transposição didática adequada ou a não utilização de uma prática equivalente perde todo o significado (BENFÍCA; PRATES, 2020). Entretanto, quando se demonstra na prática, eles conseguem compreender os conceitos, bem como a aplicação dos conteúdos propostos (ALVES; STACHAKA, 2005). Quem não gosta de uma aula diferente? Quem não teve a curiosidade de saber onde se aplica determinado conteúdo estudado em sala? Quem não teve curiosidade de construir seu próprio experimento?

Aulas dinâmicas utilizando softwares de smartphones e materiais alternativos ou de baixo custo na explicação do conteúdo trazem impactos positivos (PSZYBYLSKI; MOTTA; KALINKE, 2020; WESENDONK; TERRAZZAN, 2020), como iremos observar em dados quantitativos através da aplicação de questionário para os alunos. Desta forma, a experimentação contribuirá não só apenas na referida disciplina de Física, mas também na melhoria do desempenho na área de exatas (Química, Biologia, Física e Matemática) bem como em outras áreas e disciplinas. Isso se deve ao fato, da referida disciplina desenvolver o senso crítico e a criatividade, além de proporcionar ao estudante um aumento de motivação e confiança em relação à disciplina. Outro aspecto importante é a possibilidade da melhoria da pontuação dos estudantes nas avaliações de desempenho nacional e internacional como a OBF - Olimpíada Brasileira de Física, que testam os conhecimentos nas atividades laboratoriais.

O laboratório didático propicia aos alunos uma vivência e manuseio de instrumentais, que lhes permitem conhecer diversos tipos de atividades, podendo estimular-lhes a curiosidade e a vontade em aprender a vivenciar Ciência. Deverá o laboratório incentivar o aluno a conhecer, entender e aprender a aplicar a teoria na prática, dominando ferramentas e técnicas que poderão ser utilizadas em pesquisa científica. Ele deve aprender a observar cientificamente, interpretar e analisar experimentos, através da objetividade,

Recebido em: 05/10/2021

Aceito em: 05/04/2022

precisão, confiança, perseverança, satisfação e responsabilidade (GRANDINI, GRANDINI, 2004, p. 2).

No contexto do Ensino de Física, diversos trabalhos propuseram o uso de tecnologias móveis, como *smartphones* e *tablets*, para amenizar os problemas decorrentes da falta de laboratório nas escolas.

Vieira (2013) em sua dissertação descreveu experimentos em que *tablets* e *smartphones* foram utilizados como recursos de medição, detecção, coleta e apresentação de dados, durante aulas realizadas em turmas do ensino fundamental e do ensino médio. A montagem e execução dos experimentos explorou várias funções desses aparelhos, como sensores de fácil acesso, alta portabilidade e familiares aos estudantes.

Tomazi, Costa e Camargo (2018) propôs uma atividade que analisa o consumo de energia elétrica através do uso de um aplicativo de celular, através da metodologia sala de aula invertida, com o objetivo de contextualizar o ensino de Física e promover uma interação social dos estudantes sob a perspectiva da Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA). Os autores avaliaram a experiência como positiva, já que os estudantes relataram ter mais facilidade em associar os conteúdos de Física com o contexto socioambiental.

Silva (2017) analisou como se deu a construção dos conhecimentos, a partir do uso de aplicativos para *smartphones* e *tablets* no ensino de Física, de alunos da disciplina de Fundamentos de Física. Os discentes avaliaram a experiência como facilitadora de aprendizagem, já que permitiu uma maior aproximação entre a teoria estudada e a prática.

Perez, Viali e Lahm (2016) realizaram um levantamento dos principais aplicativos educacionais para dispositivos móveis que podem ser utilizados na área de Física, com o objetivo de dar suporte aos professores dessa disciplina que visam inovar a sua prática docente. Na ocasião, foram apresentados 15 aplicativos com potencial de aplicações para o ensino de Física, bem como as indicações de assuntos de Física que podem ser explorados.

Barbosa, et. al. (2017) investigaram os aspectos teóricos de metodologias direcionadas para aplicação de simulações via *smartphones* voltadas para temas de

**Recebido em: 05/10/2021**

**Aceito em: 05/04/2022**

eletromagnetismo no ensino médio. Foi proposto o uso do simulador Oersterd, disponibilizado no Play store, como ferramenta para explorar um dos experimentos mais importantes para a unificação da Eletricidade com o Magnetismo. Os autores sugerem que o uso de simulações no ensino de Física, orientadas de forma pedagógica, desempenha um papel de laboratório virtual portátil e ascende as possibilidades de aprendizagem dos discentes.

## METODOLOGIA

O trabalho consistiu na realização de dois experimentos de Óptica com o uso de aplicativos de smartphones e na avaliação qualitativa dessas atividades para o processo de ensino e aprendizagem. A escolha dos experimentos buscou ir além da manipulação de materiais e da coleta de dados, foi planejada com a intenção de estimular o aluno a observar, refletir, levantar hipóteses e testar a teoria.

Os experimentos foram realizados durante aulas de Física numa turma de 2º ano de uma escola pública da rede estadual do Ceará, localizada em Fortaleza. As atividades foram executadas em dois encontros de 2h/a cada, divididos em dois momentos: i) 1 h/a teórica de 50 minutos; ii) 1 h/a experimental. A turma tinha 30 alunos e precisou ser dividida em 2 grupos, em respeito a capacidade máxima de 20 pessoas do laboratório. Os grupos alternaram entre o espaço da sala de aula e o Laboratório Educacional de Ciências.

As aulas foram estruturadas considerando a realização de: a) uma investigação sobre os conhecimentos prévios dos alunos, de um debate dessas ideias e confrontá-las levantando hipóteses iniciais; b) levantamento da problematização e identificação de quais conceitos deveriam ser abordados no experimento; c) uma listagem das competências e habilidades que seriam desenvolvidas; d) construção do experimento, instalação do aplicativo no smartphone e realização dos experimentos; e) levantamento de novas hipóteses e comparar com a hipótese inicial, e; f) uma elaboração e aplicação de instrumentos de avaliação, incluindo aspectos da dinâmica argumentativa do grupo e da capacidade de expressão escrita e resolução de problemas sobre o tema estudado. Desta forma, após a aplicação dos experimentos com a utilização de aplicativos de smartphones, foi observado a participação dos estudantes nas aulas práticas e o reflexo no processo de ensino-aprendizagem.

As atividades práticas abordaram os assuntos intensidade luminosa e microscopia, com o uso dos aplicativos Lux Câmera e a câmera do smartphone. A seção a seguir apresenta a descrição dos experimentos e dos aplicativos usados.

*Recebido em: 05/10/2021*

*Aceito em: 05/04/2022*

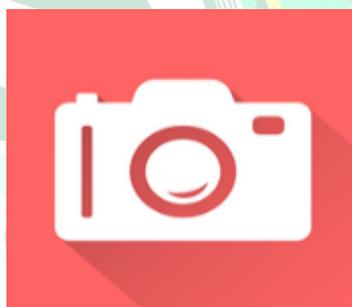
## *Experimentos de Óptica*

### *Lux Câmera*

Este experimento tem como objetivo mostrar a lei do inverso ao quadrado a distância para intensidade luminosa de uma fonte pequena. O experimento foi feito para que os estudantes pudessem construir e sem precisar de muitas habilidades, pensado de maneira simples, rápida e com boa precisão.

Com o auxílio de *smartphones*, foi instalado o aplicativo Lux Câmera (*widget* mostrado na Figura 1) e uma régua capaz de medir as distâncias entre os dispositivos (fonte luminosa e *smartphone*). O aplicativo tem como objetivo medir a intensidade luminosa, alguns aplicativos podem realizar a mesma função como: Medidor de Luz; Light meter; LxMeter; entre outros.

Figura 01 - Tela do aplicativo Lux Câmera



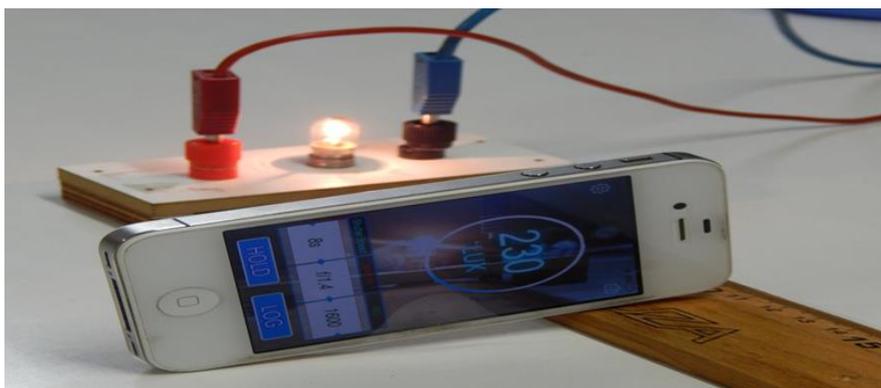
Fonte: Adaptada pelo autor.

O aplicativo faz o uso de alguns sensores presentes no *smartphone* como, sensor de luz para determinar a iluminação em tempo real e o medidor de intensidade da luminosa. A construção do experimento ocorre da seguinte forma: colocar um *smartphone* em frente a fonte de luz de modo que o flash se centralize com o sensor que capta a intensidade da luz; a distância entre o aparelho deve ser tal que a câmera que emite flash seja uma fonte puntiforme; deixar a luz ambiente baixa; escolhemos distância considerando o tamanho da régua; o *smartphone* é colocado a 10 cm de distância da fonte luminosa, conforme mostrado na Figura 02.

Figura 02 - Intensidade da luz na posição 10 cm com a fonte de luz

Recebido em: 05/10/2021

Aceito em: 05/04/2022



Fonte: Elaborado pelo autor.

Em seguida, ocorre a variação de dez em dez centímetros anotando os valores que o aplicativo nos fornece, no entanto, o estudante pode fazer a variação da distância de acordo com o seu critério. De modo análogo, o experimento foi realizado usando a lanterna do smartphone como fonte luminosa, como mostra a Figura 03.

Figura 03 - Intensidade da luz na posição 10 cm com o flash de outro smartphone



Fonte: Elaborado pelo autor.

### *Câmera Microscópica*

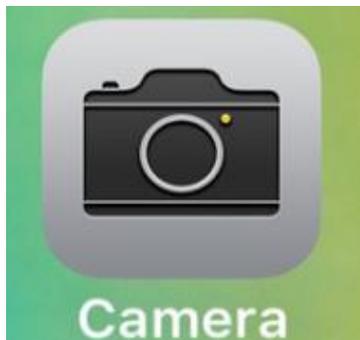
O experimento consiste em apresentar de uma maneira simples de obter macrofotografias (fotografias ampliadas) utilizando smartphone, ou seja, fazer uma analogia com um microscópio, como mostrado no trabalho de Neupane, Chaudhary e Sharma (2020). O aplicativo utilizado nesse procedimento foi a câmera do smartphone, *widget* mostrado na Figura 04. Os sensores presentes no smartphone que o aplicativo

Recebido em: 05/10/2021

Aceito em: 05/04/2022

utiliza são: retina das câmeras, circuitos integrados com detectores de luz, amplificadores, transistores, *hardware* de processamento e fotodetectores.

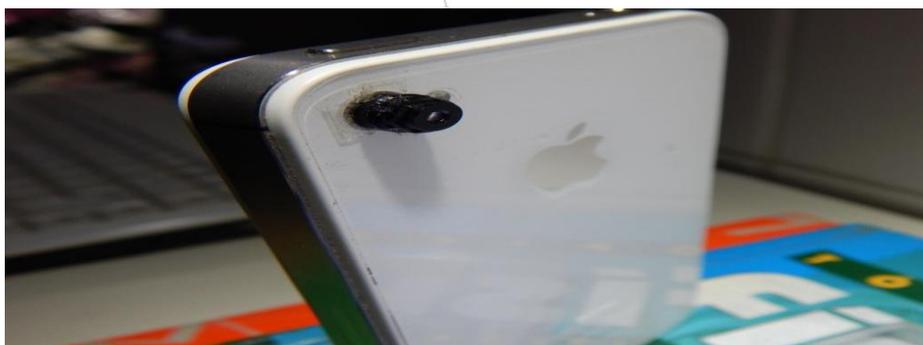
Figura 04 - Tela do aplicativo Câmera



Fonte: Adaptada pelo autor.

Para a realização do experimento foi necessário utilizar os seguintes materiais: Caixa de CD transparente, Lente divergente, bloco de apoio e fita dupla face. A construção do procedimento experimental foi realizada usando as seguintes etapas: a) Com o auxílio da fita dupla face a lente divergente é fixada na câmera do smartphone como mostra a Figura 05. A base de apoio foi construída utilizando livros, esta base servirá para a elevação do smartphone e para auxiliar na focalização da imagem. Além disso, a caixa de CD de acrílico transparente foi colocada em cima do bloco de livros, visando melhorar a nitidez e qualidade da imagem.

Figura 05 - Smartphone com a lente divergente



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para fim de comparação e mostrar como a lente do smartphone amplia as imagens fizemos a ampliação das imagens com: Zeiss (microscópio ampliação até 50 vezes), com uma lente divergente pequena (ampliação até 20 vezes).

*Coleta de dados*

Recebido em: 05/10/2021

Aceito em: 05/04/2022

Para a coleta de dados foi disponibilizado uma tabela para ser preenchida com as medidas obtidas nas atividades experimentais. Cada grupo realizou 3 medidas em cada experimento e considerou a média aritmética como resultado final.

Para avaliar a concepção dos alunos sobre a experiência de obter medidas experimentais com o uso de aplicativos de smartphones, foi realizado um pós-teste. Após as aulas, os estudantes foram questionados sobre como avaliaram o uso dos aplicativos para a compreensão da teoria estudada.

### RESULTADOS E ANÁLISES DAS ATIVIDADES APLICADAS

As atividades propostas refletem apenas uma pequena parte do espectro de todas as possíveis que envolvem alguns sensores incorporados aos dispositivos celulares (MONTEIRO *et al.*, 2019). Segundo Vieira (2014), a diversidade de sensores encontrados em smartphones e tablets torna possível realizar muitos experimentos e observações sem a utilização de sistemas externos de aquisição de dados. Além disso, a portabilidade dos *smartphones* simplifica a montagem dos experimentos em salas de aulas regulares, dispensando em muitos casos o deslocamento dos alunos a um laboratório.

O experimento *Lux Câmera* objetiva medir a intensidade de luz a partir da câmera, usando um aplicativo que realize a medição da intensidade luminosa, como mostrado na Figura 02. Após a realização do experimento foi anotado cada valor das medidas obtidas na Tabela 01, a partir desses valores foi construído o Gráfico 01. De modo análogo, construíram o Gráfico 02, com o objetivo de encontrar a relação entre a distância e a intensidade luminosa.

Tabela 01 - Distância x Intensidade da luz

Distância (cm)	D = Distância ao Quadrado (cm <sup>2</sup> )	Inverso da distância ao quadrado (cm <sup>-2</sup> )	I = Intensidade da luz (lux)	I*D <sup>2</sup>
10	100	0,01	230	2,3
20	400	0,0025	179	0,4475
30	900	0,001111	80	0,08888

Recebido em: 05/10/2021

Aceito em: 05/04/2022

40	1600	0,000625	35	0,0021875
50	2500	0,0004	15	0,0006

Fonte: Elaborado pelo autor.

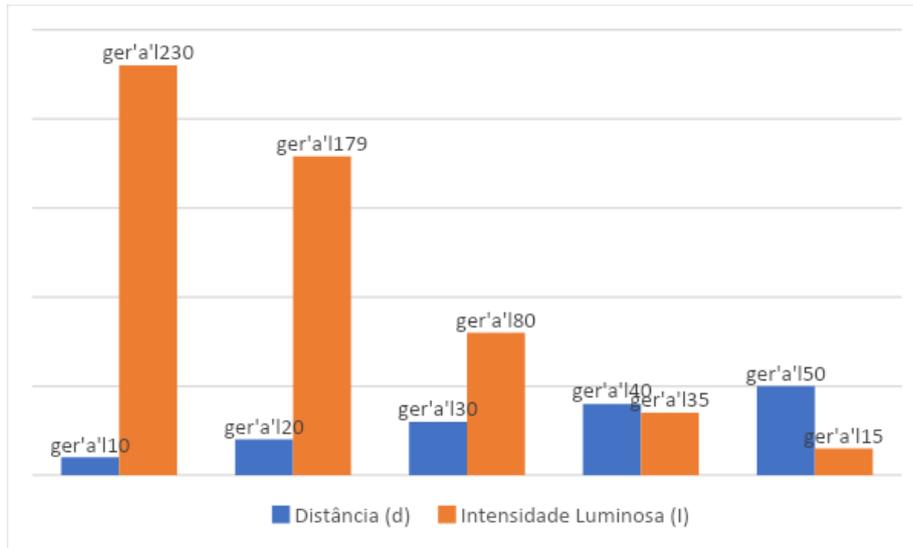
A partir desse experimento os estudantes puderam desenvolver habilidades de construção de tabelas de dados e gráficos. Com a apresentação da teoria em concordância com o experimento facilita a capacidade de utilizar essas habilidades para resolver problemas mais complexos, criar modelos, relacionar grandezas e suas respectivas taxas de variações. Além disso, com a atividade diversificada, onde o estudante faz seu experimento variando a distância de acordo com o seu critério, ele faz suas próprias observações, o que promove o indivíduo a estabelecer relações entre causas e consequências dos fenômenos a sua volta e realizar previsões sobre estes.

Nesse contexto, a partir do Gráfico 01, os estudantes conseguiram identificar que a distância e a intensidade luminosa possuem uma relação que diminui a intensidade com o aumento da distância. No Gráfico 02, observaram que o decaimento da intensidade ocorre com o expoente negativo da distância, e assim foi possível mostrar que a intensidade diminui com aproximadamente o inverso do quadrado da distância. No entanto, houve uma pequena divergência entre o resultado esperado ( $\text{constante} \cdot (\text{distância})^{-2}$ ) e o resultado obtido ( $\text{constante} \cdot (\text{distância})^{-1,6}$ ). Devido a isso, gerou-se uma discussão sobre as possíveis causas do erro experimental. Entre as hipóteses sugeridas estão: luminosidade do ambiente inadequada, a fonte luminosa (flash da câmera do smartphone) não ser pontual e isotrópica, sensibilidade do sensor, entre outras.

Gráfico 01 - Gráfico de coluna da distância e da intensidade de luz

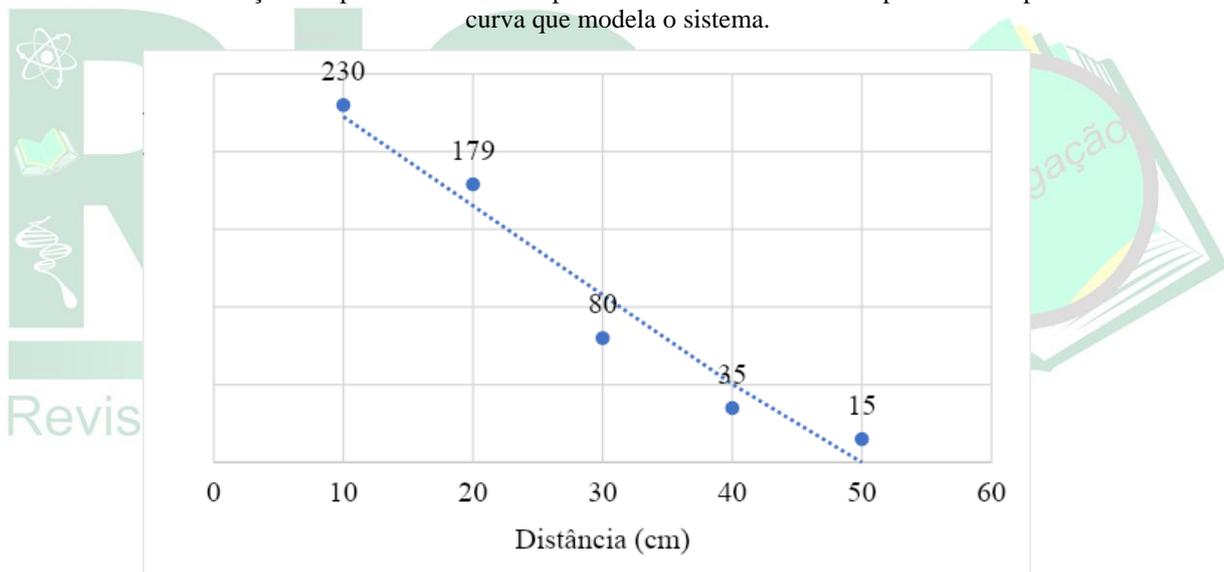
Recebido em: 05/10/2021

Aceito em: 05/04/2022



Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 02 – Posição dos pontos da distância pela intensidade de luz e linha pontilhada representando a curva que modela o sistema.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Vale ressaltar que, apesar da margem de erro experimental, o experimento proporcionou um maior significado ao estudo da intensidade luminosa. As discussões geraram uma maior participação dos estudantes. Ratificando a importância da atividade experimental para a aprendizagem da teoria.

Em decorrência das discussões geradas com os resultados plotados no gráfico 02, foi possível questionar quais seriam os efeitos da mudança de alguns parâmetros do experimento como, por exemplo, a potência luminosa. Diante disso, foi realizado o

Recebido em: 05/10/2021

Aceito em: 05/04/2022

experimento com a fonte luminosa sendo a lanterna do smartphone, os dados obtidos foram descritos na Tabela 02.

Vieira (2014), mostrou que a lei do inverso ao quadrado da intensidade luminosa usando experimentos com smartphone e mostrou um modelo aproximado, similar ao modelo obtido pelos estudantes. A fidelidade do modelo à teoria depende da forma de realização do experimento, por exemplo, para a realização desse experimento é necessário ter cuidados com a luz ambiente, com o tipo de fonte luminosa, com a medida correta da distância.

Tabela 02 - Dados da distância versus Intensidade da lux

Distância (cm)	Intensidade da luz (lux)
10	5621
20	1624
30	1080
40	691
50	460
60	278
70	230
80	144
90	115
100	92

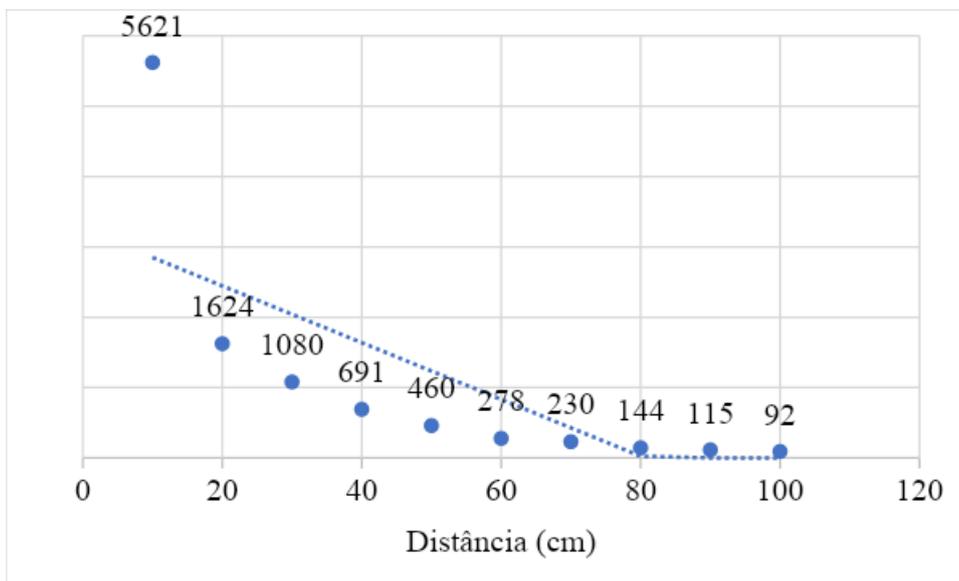
Fonte: Elaborado pelo autor.

Os Gráficos 03 e 04 mostram o modelo obtido a partir dos dados da Tabela 02. O Gráfico 3 foi plotado com todos os pontos recolhidos, com o ponto inicial em 10 cm, onde apresentou uma intensidade luminosa elevada. Enquanto que, o Gráfico 04 foi construído com o ponto inicial em 30 cm, gerando uma maior aproximação do modelo obtido com a teoria. Acredita-se que essa diferença entre os dois modelos pode ser atribuída a fatores como o limite de detecção do equipamento, a proximidade inadequada da fonte luminosa, entre outros.

Recebido em: 05/10/2021

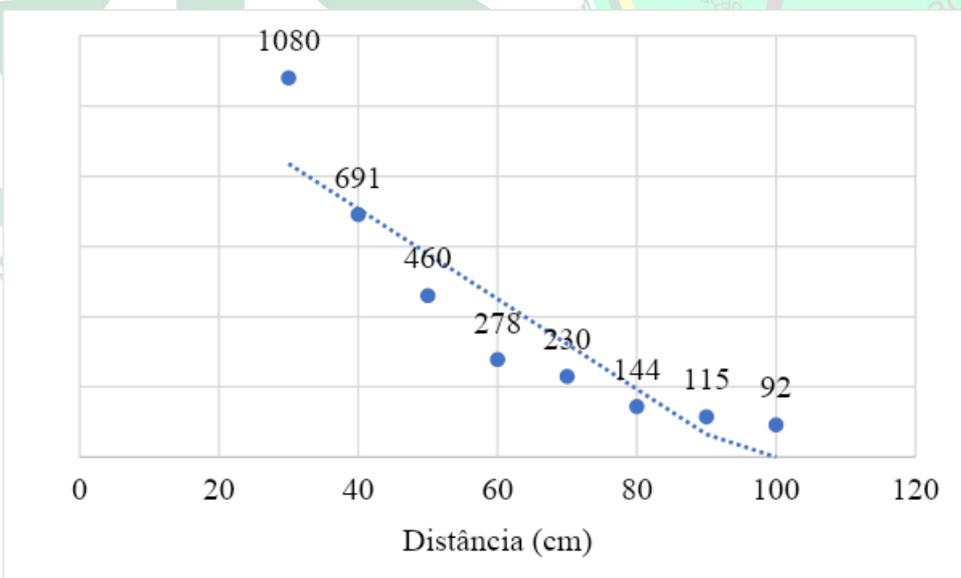
Aceito em: 05/04/2022

Gráfico 03 - Posição dos pontos da distância pela intensidade de luz e linha pontilhada representando a curva que modela o sistema.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 04 - Posição dos pontos da distância pela intensidade de luz e linha pontilhada representando a curva que modela o sistema.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Novamente, os resultados obtidos na experimentação são aproximados ao esperado pela teoria. Vale ressaltar que, as atividades experimentais realizadas, visaram a utilização de materiais acessíveis, buscando simplificar as medidas de intensidade da luz, com isso, ficou perceptível o engajamento dos alunos.

O experimento câmera microscópica ilustrou o funcionamento de um microscópico e suas possíveis aplicações nas aulas de ciências. Após a montagem do

Recebido em: 05/10/2021

Aceito em: 05/04/2022

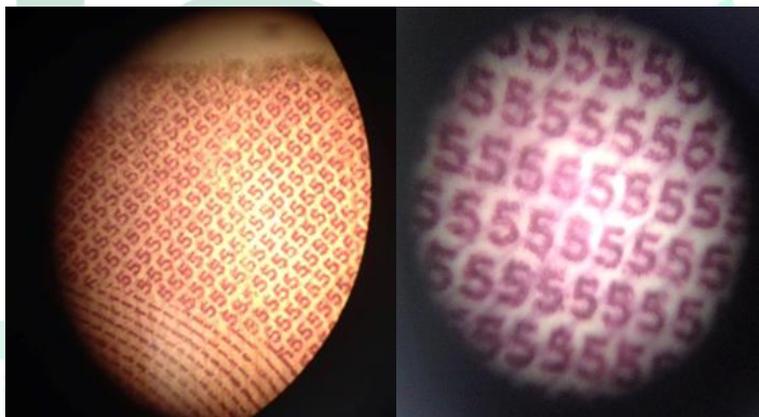
equipamento foi escolhido os objetos que seriam observados. Um desses objetos é a cédula de 5 reais, a Figura 06 mostra um recorte dessa figura que foi observada. Para efeito de comparação, a Figura 07 mostra as imagens obtidas pelo microscópio e pela lente divergente acoplada ao celular.

Figura 06 - Parte fragmentada analisada na Nota de 5 reais



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 07 - Imagem 20 vezes ampliada no Zeiss e 20 vezes na lente divergente do smartphone



Fonte: Elaborado pelo autor.

Dessa forma, as atividades realizadas mostraram que a partir de uma lente divergente acoplada à câmera do smartphone conseguimos transformá-lo em um microscópio. Diante das figuras apresentadas ou utilizando vários objetos, consegue observar os mínimos detalhes dos objetos analisados.

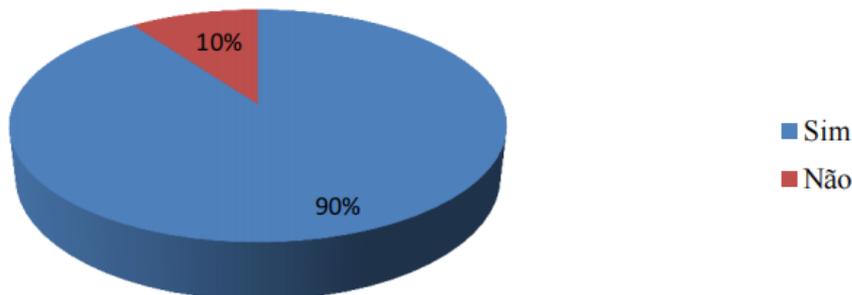
Quando questionados sobre o uso dos aplicativos para a compreensão dos conteúdos de Óptica, 90% dos estudantes responderam que esses recursos proporcionam um melhor entendimento da teoria estudada, conforme mostra o gráfico 05.

Vale salientar que, à medida que os estudantes foram dominando os conhecimentos dos aplicativos e sensores de smartphones, os mesmos foram capazes de pesquisar e apresentar seus próprios experimentos que não se encontram no referido trabalho.

Recebido em: 05/10/2021

Aceito em: 05/04/2022

Gráfico 05 – Avaliação dos alunos sobre a influência dos aplicativos na compreensão dos conteúdos.



Fonte: Elaborado pelo autor.

## CONCLUSÃO

A partir da implementação da tecnologia de um smartphone como forma de facilitar a transposição de conhecimento e o desenvolvimento da aprendizagem do estudante, ficou evidenciado que cada vez mais a tecnologia pode tornar este meio enriquecedor de ensino na sala de aula.

Como esta pesquisa foi possível obter como resultado um manual de atividades experimentais organizado em uma sequência de atividades experimentais para serem utilizadas no ensino da física, pois ficou claro que a utilização dos smartphones facilita a compreensão do estudante na percepção das práticas e dos conceitos teóricos, desta forma assimilando-os com mais clareza.

As fases apresentadas tiveram resultados interessantes, em todas as atividades realizadas com smartphones. O fato dos estudantes utilizarem seus aparelhos de smartphone, tornaram as aulas mais atrativas e próximas do cotidiano dos estudantes.

Outro ponto importante é a utilização do laboratório para a exposição dos experimentos com utilização de softwares de smartphones juntamente com materiais alternativos. Com isso, o ensino tem um caráter lúdico, podendo ser aproveitado pelos professores que lecionam a disciplina de física, com a utilização do material concreto e do manual de experimentos. Sabemos que a aprendizagem de Física não envolve apenas o conhecimento lógico-físico, mas também o matemático, que é desenvolvido quando o aluno manuseia, observa, analisa e opera com o material concreto. Daí a relevância de se trabalhar com materiais alternativos e softwares de smartphones.

## AGRADECIMENTOS

Recebido em: 05/10/2021

Aceito em: 05/04/2022

Esse trabalho é dedicado à memória da Profa. Dra. Maria Sônia Silva de Oliveira Veloso. Os autores agradecem às agências de fomento CAPES/FUNCAP pelos auxílios fornecidos.

## REFERÊNCIAS

ALVES CAMARINI, V.; STACHAK, M. A importância de aulas experimentais no processo ensino aprendizagem em física: “eletricidade”. In: **SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA**, 16, 2005, Rio de Janeiro.

BARBOSA, C. D.; GOMES, L. M.; FERREIRA, F. C. L. O uso de simuladores via smartphone no ensino de física: O experimento de Oersted. **Scientia Plena**, 2017.

BENFÍCA, K. F. G.; PRATES, K. H. G. As contribuições do uso de experimentos no ensino – aprendizado da física. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.

CASTRO, F. Escassez de laboratórios de ciências nas escolas brasileiras limita interesse dos alunos pela física. 239 ed. **Resende: Revista Quanta**, 2017.

CHEVALLARD, Y. **La transposition didactique: du savoir savant au savoir enseigné**. La Pensée Sauvage Éditions: Grenoble, 1991.

DA SILVA JUNIOR, A. C.; LONDERO, L. A Transposição Didática Aplicada Aos Raios X Nas Coleções Didáticas De Física Do Pnld (2018-2020). **Ciência em Tela**, v. 12, n. 2, 2019.

GRANDINI, N. A.; GRANDINI, C. R. Os objetivos do laboratorio didático na visão dos alunos do curso de Licenciatura em Física da UNESP-Bauru. In: **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 26, n. 3, 2004.

LUCCA, A.; SANTOS, A.; STRACKE, M.; FRANZIN, R. Construção de um objeto de aprendizagem a partir da teoria da aprendizagem significativa moderna, usando linguagem de modelagem unificada. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v. 4, n. 5, 2021.

FRANZIN, R. F. Construção de um objeto de aprendizagem a partir da teoria da aprendizagem significativa moderna, usando linguagem de modelagem unificada. **Revista Insignare Scientia - RIS**, Vol.4, N.5, 2021.

MONTEIRO, M. Los sensores basados en dispositivos micromecánicos: laboratorios móviles al servicio de la enseñanza de las ciencias experimentales. **Physics Education**, 2019.

NEUPANE, B. B; CHAUDHARY, Ravindra K.; SHARMA, A. A smartphone microscopic method for rapid screening of cloth facemask fabrics during pandemics. **PeerJ**, v. 8, 2020.

Recebido em: 05/10/2021

Aceito em: 05/04/2022

NUNES, E. T.; SILVA, I. P. Practices with the experiment of the “body fall” with the use of the smartphone stopwatch and with the use of video analysis. **Revista Tempos e Espaços em Educação**, v. 14, n. 34, 2021.

PARADA EGUEZ, B. A.; SILVA OLIVEIRA VELOSO, M. S. Uso de tecnologias na Física: Possibilidades contemporâneas na transmissão de conhecimentos. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v. 4, n. 3, 2021.

PEREZ, M. C.; VIALI, L.; LAHM, R. A. Aplicativos para tablets e smartphones no ensino de física. **Revista ciências & ideias** ISSN: 2176-1477. v. 7, n. 1, 2016.

PINHO, J.; FILHO, A. Regras Da Transposição Didática Aplicadas Ao Laboratório Didático. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 17, n. 2, 2000.

PSZYBYLSKI, R. F.; MOTTA, M. S.; KALINKE, M. A. Uma revisão sistemática sobre as pesquisas realizadas em programas de mestrado profissional que versam sobre a utilização de smartphones no ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, n. 2, 2020.

ROSSINI, M. R. Determinação do módulo de elasticidade de Young por meio de um smartphone. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, 2021.

SAMPAIO, W. S. Uma Abordagem De Tópicos De Relatividade Geral Através Da Construção De Experimentos De Baixo Custo Para a Facilitação Da Transposição Didática. **Cadernos de Educação Básica**, v. 6, n. 3, 2021.

SANTOS, B. M.; SILVA, H. E.; ROSA, R. C. Relato De Experiência: Atividades Lúdicas E Experimentais Para O Ensino De Ondas. **REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, v. 8, n. 2, 2020.

SANTOS, L. C.; RIBEIRO, K. S.; PRUDÊNCIO, C. A. V. Percepções de licenciandos em Ciências Biológicas quanto ao ensino de embriologia na Educação Básica: dificuldades e estratégias de transposição didática. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 11, n. 07, 2020.

SILVA, L. R. C. O uso de aplicativos para smartphones e tablets no ensino de física: análise da aplicabilidade em uma universidade pública no estado do Rio Grande do Sul. **XIII Congresso Nacional de Educação**. PUC-PR, 2017.

SILVA, M. E. O.; MARQUES, P. R. B.; MARQUES, C. V. V. C. O. O Enredo Das Aulas Experimentais No Ensino Fundamental: Concepções De Professores Sobre Atividades Práticas No Ensino De Ciências. **Revista Prática Docente**, v. 5, n. 1, 2020.

SOGA, D.; UENO-GUIMARÃES, M. H.; MURAMATSU, M. Um Estudo Experimental sobre a Luz Negra com Smartphone. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 42, 2020.

Recebido em: 05/10/2021

Aceito em: 05/04/2022

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

VIEIRA, L. P; LARA, V. O. M; AMARAL, D. F. Demonstração da lei do inverso do quadrado com o auxílio de um tablet/smartphone. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.36, n. 3, 2014.

TOMAZI, B. S.; COSTA, J. F.; CAMARGO, S. Ensino de Física e o uso de smartphone: uma abordagem sobre o consumo de energia elétrica em uma perspectiva da sala de aula invertida e CTSA. **Congresso Internacional de Educação e Tecnologias**. São Carlos: 2018.

WERNER DA ROSA, C. Theoretical-Methodological Conceptions in the Didactic Laboratory of Physics At Passo Fundo University. **Ensaio**, v. 5, n. 2, 2003.

WESENDONK, F. S.; TERRAZZAN, E. A. Condições Acadêmico-Profissionais Para a Utilização De Experimentações Por Professores De Física Do Ensino Médio. **Revista ENCITEC**, v. 10, n. 1, 2020.



Recebido em: 05/10/2021

Aceito em: 05/04/2022