

## ENSINO DE CONCEITOS DE MAGNETISMO COM O USO DA PROTOTIPAGEM ARDUINO: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA FUNDAMENTADA NOS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS

*Teaching Concepts of Magnetism by Using Arduino Prototyping: A Didactic Sequence Based on the Three Pedagogical Moments*

**Jean Barbosa Pessoa** [jean.psb.ibi@gmail.com]

*Discente do Programa de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física  
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Caminho da Universidade, km 0, Vitória da  
Conquista, Bahia; CEP: 45083-900*

**Sandra Cristina Ramos** [sandramos@uesb.edu.br]

**Jorge Anderson Paiva Ramos** [jorge.ramos@uesb.edu.br]

*Docentes da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Caminho da Universidade, km 0,  
Vitória da Conquista, Bahia; CEP: 45083-900*

**Wilck Grasianni Alipio Porto** [wilck\_@hotmail.com]

*Docente do Complexo Integrado de Educação Básica  
Avenida Frei Benjamin, Vitória da Conquista, Bahia; CEP: 45000-000.*

*Recebido em: 23/05/2023*

*Aceito em: 29/01/2024*

### Resumo

Este trabalho apresenta uma aplicação de uma sequência didática fundamentada nos Três Momentos Pedagógicos das concepções de Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2018). O objetivo é introduzir conceitos sobre Magnetismo e avaliar sua aprendizagem significativa, principalmente sobre intensidade de Campo Magnético, que por vezes tem se dado de forma muito abstrata e matematizada. As atividades foram aplicadas em uma turma do 3<sup>o</sup> ano do Ensino Médio e o principal instrumento de análises qualitativa e quantitativa está associado às Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) como o Arduino. Os resultados demonstraram que a introdução de conceitos de Magnetismo pelo método empregado foi exitoso devido a forte evidência de aprendizagem crítica, traduzidas pelas interpretações acerca dos fenômenos e situações-problemas abordadas durante as aulas.

**Palavras-Chave:** Ensino de Física. Magnetismo. Três Momentos Pedagógicos. Prototipagem Arduino.

### Abstract

This work presents an application of didactic sequence based on the Three Pedagogical Moments of the concepts of Delizoicov, Angotti and Pernambuco (2018). The objective is to introduce concepts about Magnetism and to evaluate their significative learning, mainly about Magnetic Field intensity. Sometimes it is to taken place in a very abstract and mathematized way. The activities were applied to a 30th year high school class and the main analysis instrument (qualitative and quantitative) is associated with Digital Information and Communication Technologies (TDIC) using Arduino prototyping. The results demonstrated that the introduction of Magnetism concepts through the method used was successful, due to strong evidence of critical learning, translated by interpretations about the phenomena and problem situations addressed during classes.

**Keywords:** Physics Teaching. Magnetism. Three Pedagogical Moments. Arduino Platform.

## 1.0 - INTRODUÇÃO

Sabe-se que o desenvolvimento tecnológico impõe rápidas mudanças na sociedade contemporânea. No contexto nacional e internacional observa-se a influência deste cenário na forma de se comunicar com as novas Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC), o que impacta diretamente na estrutura e funcionamento da sociedade e do mundo do trabalho (BRASIL, 2018, p. 464 e 473). Neste novo cenário é preciso ir além do acúmulo de informações, reconhecendo a importância das TDIC na produção do conhecimento, no cotidiano e no ensino, mas sobretudo avaliar como estes recursos têm sido utilizados no contexto de uma abordagem devidamente crítica. É preciso “com base em conhecimentos científicos confiáveis investigar situações-problema e avaliar as aplicações do conhecimento científico e tecnológico nas diversas esferas da vida humana com ética e responsabilidade” (BRASIL, 2018, p. 558). Neste sentido, os desafios para o Ensino Médio são grandes, principalmente no que se refere à garantia de uma educação contextualizada aos jovens, de forma que os prepare para uma sociedade em constante transformação (BRASIL, 2018, p. 473). Do mesmo modo que a sociedade tem passado por mudanças, o ensino tem se tornado cada vez mais dinâmico e é necessário tratar do conteúdo de uma forma que dialogue com a realidade do estudante. Neste caso em específico está associado com as Tecnologias Digitais e a Computação, que é parte integrante para a formação dos discentes, como exposto por Cavalcante e Santos (2021). Os autores apontam o desenvolvimento do pensamento computacional e a compreensão do mundo digital como parte fundamental para a formação dos jovens e portanto, são necessários que esses adquiram, ao menos, uma compreensão mínima do uso de sensores e microcontroladores. É neste sentido que se apresenta este trabalho de Ensino, que venha a promover a inserção das TDIC nas escolas relacionando-as ao ensino de Ciências, principalmente através de um conceito importante presente nas principais tecnologias usáveis em nossa sociedade, que é o efeito do Campo Magnético e além, de dialogar com os problemas e desafios para o Ensino de Física no século XXI.

Os momentos importantes para a superação do modelo de ensino e aprendizagem tem sido indicado para as abordagens às aulas expositivas e narrativas, bem como pelo rompimento com o objetivo da aprendizagem mecânica - simples memorização de conteúdos sem significado- Promover a aprendizagem significativa crítica (MOREIRA, 2017, 2018a, 2018b, 2021) é o desejável. O desenvolvimento de projetos didático-pedagógicos voltados com o ideal de alfabetização científica e tecnológica para a educação do século XXI com argumentação fundamentada em dados e evidências, tem mostrado que a modelização computacional e matemática é uma das formas de potencializar a aprendizagem significativa. Seja pela elaboração e testes de hipóteses via experimentos de baixo custo e/ou simulações computacionais, ou seja, por outros meios facilitadores de momentos de aprendizagens. Além do mais, estes modelos vêm no sentido do despertar na classe estudantil a essência do espírito científico associado, especialmente, à capacidade de elaboração de perguntas, de argumentação fundamentada, de comunicação objetiva, de fomento da curiosidade epistemológica, da criatividade e de construção de valores (ambientais, afetivos, epistêmicos, éticos, morais, sociais).

No sentido da contextualização do uso das TDIC no Ensino de Ciências pode-se inclusive apontar a importância de superar os problemas e desafios com a utilização de determinadas metodologias e especificamente, destaca-se que a utilização das tecnologias como a plataforma Arduino e ESP8266 permitem a leitura simultânea de diversos sensores digitais e/ou analógicos. Desta forma, apresentam-se como um importante instrumento para o ensino e a pesquisa em Instituições com modesta infraestrutura laboratorial. Com poucos recursos financeiros, na comparação com os “kits” comercializados para o desenvolvimento de experimentos em Física, o uso do notebook aliado à plataforma Arduino e ESP 8622 e a demais componentes eletrônicos transformam-se em possibilidades para a elaboração de diversas atividades experimentais qualitativas e quantitativas, que promovem a interação entre os estudantes e sua participação ativa na construção do próprio

conhecimento. Diversos trabalhos com estas plataformas digitais para a aquisição de dados com precisão demonstraram que a plataforma aliada a uma metodologia contribuiu significativamente para transformar as atividades experimentais de Física e de Ciências em situações de investigação científica (ARAÚJO e VEIT, 2011; HAAG, ARAÚJO e VEIT, 2005; HUNT e DINGLEY, 2002). De igual forma, Sartori; Hung; Moreira, 2016, p.3, descreve que:

Entende-se que as Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) têm papel relevante em nossa sociedade e que a escola tem assumido o uso das mesmas como uma das maneiras pedagógicas de buscar, criar e divulgar conhecimentos e informações. As TICs podem servir de meio para se ampliar os saberes e para se criar novas formas de aprender e ensinar. É inegável que seu uso vem ampliando possibilidades comunicativas e educativas. (Sartori; Hung; Moreira, 2016, p.3).

Os autores supracitados entendem que além da utilização na educação formal, não formal e informal dos estudantes, a temática das TDIC trazem esses recursos como parte dos espaços vivenciados fora da escola, o que segue aliado à realidade dos estudantes pode tornar significativo o uso de recursos pedagógicos por TDIC para o ensino e aprendizagem, bem como a necessária investigação acerca dessa temática de estudo, colaborando assim com a atualização e utilização por parte dos professores como forma de incentivar e motivar os estudantes no processo ensino-aprendizagem.

A ferramenta TDIC norteadora deste estudo é o Arduino, que referenciado pela própria plataforma é uma ferramenta com modelos simplificados para programar e controlar por meio de codificação eletrônica instalados diretamente em qualquer computador, permitindo a realização de cálculos. Além disso, pode-se dividi-la em três partes principais: funções, valores (variáveis e constantes) e estrutura, de linguagem de programação por código Arduino (C++). O ambiente Arduino pode ser estendido através do uso de bibliotecas, assim como a maioria das plataformas de programação. As bibliotecas fornecem funcionalidade extra para uso em esboços, como por exemplo para trabalhar com hardware ou manipular dados. O do Arduino no cotidiano temos a presença do deste em semáforos, interruptores de conexões elétricas, portas automáticas, motores, brinquedos, objetos de monitoramentos e tantos outros que auxiliam a vivência usual e na praticidade:

O Arduino tem se mostrado como uma tecnologia versátil e de simples utilização por professores e alunos, por ser uma plataforma eletrônica de código aberto baseada em hardware e software fáceis de usar, e com um custo relativamente baixo. Diante disto, apresentamos as principais contribuições sobre a aplicação do Arduino como recurso motivador para o ensino e aprendizagem dos alunos, fornecendo aos professores recurso didático para aulas experimentais no ensino de Física. (MOREIRA; ROMEU; ALVES, (2018), p.723).

Dessa forma o estudo com Arduino pode possibilitar ao estudante o contato direto com programação por meio de referências, que possivelmente estão inseridas no seu dia a dia e desta forma pode-se tornar significativo o ensino de Física a estas práticas, amenizando o distanciamento dessa ciência e aplicação no ensino formal, conceitual e sistematizado.

A Utilização de recursos pedagógicos e coerentes para o âmbito escolar auxiliam à questões de como inferir em processos de estigmatização por pensamentos de “porque estudar esse assunto, ou no que esse cálculo enorme e chato servirá?” como evidenciado nos estudos de Ricardo e Freire (2007) que:

É lamentável que alguns alunos tenham chegado ao terceiro ano do nível médio e entendam que a física “não serve para nada”. Ou que a matemática é suficiente para se construir as competências da física. (RICARDO; FREIRE, 2007, p.256).

Os autores ainda apresentam uma crítica à falta de recursos digitais pedagógicos no ensino de física, classificando-o como formação em tecnologia, mas é necessário considerar que este foi um estudo de 2007 e os avanços na utilização das TDIC atualmente podem ser mais utilizadas, neste estudo os autores justificam que:

A ausência da tecnologia na formação geral é paradoxal, na medida em que cada vez mais os saberes científicos e tecnológicos estão presentes nas tomadas de decisões e as pessoas estão mais e mais dependentes dos seus avanços. Em contrapartida, em nenhum momento, ou em raras ocasiões, os alunos recebem uma formação explícita em tecnologia. (RICARDO; FREIRE, 2007, p.263).

Todavia, os estudos de Moreira; Romeu; Alves, (2018), também apontam que,

No entanto, devem-se evitar visões simplistas, como considerar que a prática experimental e/ou o uso de novas tecnologias irá solucionar os problemas do ensino de Física. Ou ainda considerar que a ciência se constrói de forma simples. (p.727).

Considerando a relevância das práticas e abordagens no Ensino de Física e de Ciências com a utilização das TDIC especificamente a prototipagem Arduino, descreve-se aspectos sobre a relevância do tema, com uma breve descrição sobre o Magnetismo articulada com uma revisão bibliográfica para as devidas considerações sobre o objeto investigado.

## 2.0 – CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA

Tendo em vista a grande potencialidade da utilização das TDIC para o Ensino de Física buscou-se a implementação de um estudo sobre Magnetismo fundamentada nos Três Momentos Pedagógicos alinhado a um experimento que utiliza plataforma Arduino, para a medida da Intensidade do Campo Magnético de um ímã. O aparato experimental desenvolvido traz a placa Arduino e um sensor de efeito hall para a medida da intensidade do Campo Magnético deste ímã que varia com a distância. Este aparato experimental auxiliou na abordagem do estudo de conceitos básicos do Magnetismo sob ponto de vista teórico, experimental e investigação quantitativa.

De modo geral, os tópicos relacionados ao Magnetismo são abordados ao final da 3ª série do Ensino Médio e constituem-se como temas bastante relevantes, visto que esse conteúdo está muito presente no cotidiano. Halliday (2016) traz algumas aplicações para área do Magnetismo, a saber:

As aplicações dos campos magnéticos e das forças magnéticas são incontáveis e mudam a cada ano. Seguem alguns exemplos. Durante várias décadas, a indústria do entretenimento usou fitas magnéticas para gravar sons e imagens. Embora hoje em dia as fitas de áudio e vídeo tenham caído em desuso, a indústria ainda precisa dos ímãs que controlam os CD players e os DVD players; os alto-falantes dos aparelhos de rádio e televisão, dos computadores e dos telefones celulares também utilizam ímãs. Um carro moderno vem equipado com dezenas de ímãs, que são usados no sistema de ignição, no motor de arranque e também para acionar componentes, como vidros elétricos, limpadores de para-brisas e tetos solares. Muitas campainhas de porta e trancas automáticas também trabalham com ímãs. Na verdade, vivemos cercados por ímãs. (p.441).

Porto (2020) relata que embora o conteúdo sobre Magnetismo tenha fortes aplicações no cotidiano, surgem corriqueiramente algumas dificuldades para compreender certos fenômenos magnéticos e demais fatores que os influenciam. Na dissertação do referido autor, os dados mostram que alguns estudantes apontam o mau funcionamento de uma bússola a fatores ambientais. Na sequência, o autor busca explorar por meio do questionário, a relação existente entre o Magnetismo e a corrente elétrica, bem como os equipamentos que funcionam por meio desses princípios. Pode-se

verificar através dos dados apresentados que poucos estudantes relacionam aparelhos elétricos como o eletroímã, a bateria, a pilha e o solenoide à corrente elétrica.

Em um segundo momento, Porto (2020) realizou algumas atividades para que os estudantes pudessem ter uma maior familiaridade com os fenômenos magnéticos. Para tanto, foram realizadas demonstrações experimentais com o uso de ímãs, a fim de verificar a atração e repulsão entre os objetos. Ainda durante o roteiro experimental foi solicitado que os estudantes reproduzissem o experimento de Oersted, no qual é possível identificar a deflexão (mudança de posição) da agulha de uma bússola quando colocada nas proximidades de um fio percorrido por uma corrente elétrica. Conforme relata o autor, os estudantes não foram capazes de identificar o Campo Magnético originado devido à corrente elétrica que percorre o fio. Embora não tenha sido o objetivo principal da dissertação, a pesquisa realizada não esgota a possibilidade de explorar aspectos relacionados à História e Filosofia da Ciência no âmbito do Magnetismo. Como aporte às atividades realizadas é totalmente viável relacioná-las com as concepções equivocadas e veiculadas aos livros didáticos sobre o Magnetismo, pois para o autor:

Motivado por estes fatos o produto educacional aqui desenvolvido buscou selecionar e dispor materiais digitais numa ordem didática coerente com que o estudante vê em sala de aula e no seu livro didático. (p.15)

Tal fato integrado ao uso da plataforma Arduino, possibilitará um ensino mais amplo e dinâmico sobre a temática em questão. Destaca-se ainda que outras ferramentas no âmbito das TDIC são amplamente utilizadas para explorar conceitos de Física/Ciências, como as placas do tipo ESP(), que são placas de desenvolvimento com microcontroladores que, além das funcionalidades encontradas em sistemas embarcados deste tipo, contam também com o necessário para conectar-se à internet via Wi-Fi.

Os aspectos sobre o ensino do Magnetismo e conceitos fundamentais referentes a alguns estudos no campo do Eletromagnetismo apresentam-se relevantes para o Ensino de Física. É o que mostra os autores, Arantes, Miranda e Studart (2010) que traz a importância dos materiais didáticos digitais no apoio a todos os níveis de ensino. Citam que estes recursos digitais são os meios educacionais mais utilizados em experimentos de Física.

Sousa e Cavalcante (2000) observaram que muitos Professores de ciências buscam utilizar-se das TDIC e em aulas experimentais. Os autores mostram que as crianças relacionam o Magnetismo a materiais com afinidade aos ímãs. E desta forma avaliar a força magnética, pela introdução do conceito de Campo Magnético na demonstração de materiais imantáveis. Observaram que as crianças experimentaram o fenômeno de atração magnética com o despertar do senso investigativo.

Moraes e Junior (2014) trazem a importância do uso de experimentos didáticos no Ensino de Física. Os autores fazem um breve discurso sobre a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e em seguida apresentam uma reflexão sobre a prática experimental como proposta pedagógica no Ensino Médio. Ainda mostram que a produção científica no que diz respeito à utilização de experimentos didáticos no ensino de Física vêm aumentando nos últimos anos, o que mostra a relevância da pesquisa nesse campo.

Silva (2019) mostra em sua dissertação que através de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa pode obter elementos de aprendizagem crítica quando abordada com a metodologia dos Três Momentos Pedagógicos para o Ensino do Fenômeno da Indução Eletromagnética no Nível Médio. O autor e coautores apresentam que questões relacionadas à melhoria do ensino de Física estão em evidência, pois é notório que aspectos ligados às dificuldades na contextualização, abstração e assimilação dos conteúdos são bastante comuns entre os estudantes e com base neste problema,

desenvolveu-se um Produto Educacional que facilitou o ensino da Indução Eletromagnética, tornando a aprendizagem significativa. Para isso foi elaborada uma sequência de ensino a qual utiliza-se de um conjunto de experimentos, juntamente com uma simulação computacional para o desenvolvimento do processo de ensino-aprendizagem. Conclui-se que tanto os experimentos físicos como as simulações computacionais são meios que permitem que os estudantes adquiram um conhecimento mais sólido e crítico acerca do assunto trabalhado.

É possível perceber que existem publicações desses estudos sobre o uso das TDIC para o Ensino de Magnetismo. Conforme relatam Soares *et al.* (2021) a utilização da referida plataforma em sala de aula ou em espaços afins permite que os estudantes compreendam a relação existente entre ciência e tecnologia, além de evidenciar uma abordagem que destoa do ensino tradicional de Física. Em contrapartida, Almeida (2020) relata que os estudantes possuem uma grande dificuldade em diferenciar os fenômenos relacionados à eletricidade aos fenômenos magnéticos, principalmente pela dificuldade quanto à diferenciação entre os campos gerados por cargas elétricas em repouso ou em movimento, que foi atribuída às concepções dos conteúdos veiculadas pelos livros didáticos. E é neste sentido que novamente justifica-se a abordagem apresentada neste trabalho.

#### 4.0 – PRECURSORES METODOLÓGICOS E OS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS

A utilização dos passos/métodos dos Três Momentos Pedagógicos permite que a sistematização do conhecimento e a intencionalidade das ações a serem alcançadas aconteçam de forma exitosa no que tange à necessidade das ações pedagógicas. Pensando essa forma metodológica, os estudos caminham a partir das pesquisas propostas por Delizoicov e Angotti (2002), que consideraram a utilização do método como parte significativa da problematização, levantamento, análise, construção e resultado de conhecimentos sistematizados pelos educandos.

Denominado como Problematização inicial, apresentam-se as questões para discussão com o intuito de levantar os conhecimentos prévios a partir de uma questão geradora, que para Delizoicov e Angotti (2002):

Neste primeiro momento, caracterizado pela apreensão e compreensão da posição dos alunos frente às questões em pauta, a função coordenadora do professor se volta mais para questionar posicionamentos, inclusive fomentando a discussão das distintas respostas dos alunos, e lançar dúvidas sobre o assunto, do que para responder ou fornecer explicações. Deseja-se aguçar explicações contraditórias e localizar as possíveis limitações do conhecimento que vem sendo expresso, quando este é cotejado com o conhecimento de física que já foi selecionado para ser abordado. (p.12, 13)

Sendo assim, a finalidade desse momento é o de distanciar os conhecimentos que os educandos venham a apresentar, possibilitando um confronto de ideias, ou de suas próprias convicções e hipóteses, elucidadas pelas discussões, pois dessa forma o educando pode perceber a necessidade da busca sistematizada que as questões podem apresentar.

O segundo passo é a apresentação da Organização do conhecimento, momento este, que se refere à orientação e a mediação do professor para a organização e compreensão dos temas previamente levantados e dialogados na problematização inicial e sistematizando os conhecimentos necessários à solução das questões levantadas. Pois para os autores:

[...] a compreensão dos temas e da problematização inicial são sistematicamente estudados neste momento sob a orientação do professor. As mais variadas atividades são empregadas neste momento de modo que o professor possa desenvolver a conceituação física identificada

como fundamental para uma compreensão científica das situações que estão sendo problematizadas. (Delizoicov; Angotti p.13)

Dessa forma a ação elaborada pode assegurar a sistematização dos conhecimentos necessários à solução das questões apresentadas e levantadas pelo professor e pelos educandos.

Seguindo aos dois passos anteriores culmina-se ao procedimento final, o terceiro passo, que será o de aplicação do conhecimento pela utilização dos conhecimentos construídos pelos educandos atendendo as competências de interpretação e análise das situações problematizadoras, sendo necessário a utilização sistemática dos conhecimentos que foram produzidos ao logo das ações. Sendo que a meta pretendida nesse passo é definida pelos autores:

[...] muito mais a de capacitar os alunos a ir empregando os conhecimentos na perspectiva de formá-los a articular constante e rotineiramente a conceituação física com situações reais, do que simplesmente encontrar uma solução ao empregar algoritmos matemáticos que relacionam grandezas físicas. Independentemente do emprego do aparato matemático disponível para se enfrentar esta classe de problemas, a identificação e emprego da conceituação envolvida, ou seja, o suporte teórico fornecido pela física é que está em pauta neste momento. (Delizoicov; Angotti p.13)

Assim sendo, o uso do que foi problematizado, organizado e finalmente aplicado em um contexto específico para possíveis utilizações práticas e/ou teóricas em sala de aula pelos educandos, coloca o pertencimento dos Três Momentos Pedagógicos para afastar das ações educador-educando, de tão somente repassar, fixar, cobrar e reproduzir.

## **5.0 - MATERIAIS E MÉTODO**

### **5.1 - ARDUINO**

O Arduino é uma placa de prototipagem eletrônica que utiliza linguagem de código aberto. O projeto surgiu em 2005 na cidade de Ivrea, na Itália. Seus criadores, David Cuartielles e Massimo Banzi, desenvolveram o projeto com o intuito de fácil utilização, podendo ser utilizado por pessoas com pouca ou nenhuma habilidade com eletrônica. Além disso, os projetos feitos com o Arduino podem ser facilmente realizados com materiais de baixo custo, sendo assim um excelente material para se trabalhar em sala de aula.

A obra utiliza tanto a parte de hardware quanto de software. Por trabalhar no formato de código aberto é facilmente modificada conforme a necessidade do projeto, sendo que este Software utiliza a linguagem C++ considerada de fácil utilização. Na parte de Hardware a placa Arduino acompanha diversos sensores, resistores, capacitores, leds e outros dispositivos que o compõe, possibilitado o desenvolvimento dos mais variados projetos, finalidades e aplicações. Além disso, os algoritmos podem ser armazenados diretamente na placa possibilitando sua utilização sem a necessidade de um computador acoplado nesta. Neste trabalho foi utilizada a placa de Arduino “UNO”, pois além de ser uma placa de bom custo-benefício, conta também com uma boa quantidade de portas, precisamente 14 portas digitais, sendo que 6 delas podem ser utilizadas como saídas PWM, e 6 portas analógicas Thomsen (2014) e um processador ATMEGA328. Foi utilizado o sensor de efeito hall KY-024 - sensor de efeito Hall magnético linear KY-024. Esse tipo de sensor foi escolhido devido sua alta sensibilidade em reconhecer campos magnéticos ao seu redor, além de ser um material de baixo custo é também facilmente adaptável para diversos projetos utilizando a placa Arduino.

## 5.4 - MATERIAIS E MONTAGEM DO EXPERIMENTO

O objetivo geral do trabalho é apresentar alguns conteúdos de magnetismo alinhado a um experimento que utiliza um sistema de software e hardware para a medida da Intensidade do Campo Magnético de um imã. Para o desenvolvimento da parte experimental utilizou-se os seguintes materiais:

01 Arduino Uno com cabo USB, 01 Sensor Hall de campo magnético KY- 024, 04 Cabos Jumper macho-fêmea, 01 Imã, 01 protoboard.

### 5.4.1 MONTAGEM DO EXPERIMENTO

A montagem do aparato experimental é relativamente simples. Na protoboard é colocado o sensor Hall KY – 024. O conector do sensor A0 será o responsável por coletar a intensidade do Campo Magnético representado por um valor de tensão sendo lido no analógico A0 do Arduino e neste caso quanto menor a tensão encontrada no pino, maior será a intensidade medida do campo magnético. O conector D0 do Arduino fará a medida do Campo Magnético e será conectado através do cabo Jumper no pino digital 8. O símbolo '+' mostrado no sensor indica onde acontecerá a alimentação do circuito e conecta à porta 5v do Arduino; O conector G do sensor faz a mesma função do fio terra em um circuito e será conectado no pino GND do Arduino. O ambiente de desenvolvimento do algoritmo é feito no IDE (*Integrated Development Environment*), que é uma plataforma de programação onde o usuário utiliza o editor de texto para escrever o programa. O código utilizado não está mostrado neste trabalho, contudo poderá ser requisitado aos autores.

## 6.0 ASPECTOS E PERCURSOS METODOLÓGICOS ABORDADOS

Este trabalho está classificado metodologicamente como uma pesquisa investigativa com abordagens quantitativa e qualitativa aplicadas e analisadas a partir das situações reais de ensino, pois para Carvalho (2014), a pesquisa,

Por meio de pesquisas realizadas em ambientes escolares, o conflito entre as teorias se mostrou inexistente e o que se constata hoje é, ao contrário de décadas anteriores, uma complementariedade entre as ideias desses dois campos do saber quando aplicadas em deferentes momentos e situações do ensino e da aprendizagem em sala de aula (p.2).

O aparato experimental possibilitou um acréscimo ao entendimento dos estudantes sobre os conceitos do eletromagnetismo, e sobre o estudo do campo magnético dos imãs e seu comportamento à medida em que se varia a distância entre o sensor de Campo Magnético e o imã. Foi utilizando um sensor de efeito Hall, plataforma Arduino e um computador para a comunicação entre o Arduino e o sensor.

As demonstrações são utilizadas para auxiliar o estudante a refletirem acerca de um determinado assunto que está sendo estudado e a buscar explicações em modelos teóricos. O experimento proposto é um exemplo de utilização da plataforma Arduino no Ensino de Física para a implementação de atividades investigativas aos moldes apresentados por Carvalho (2010, 2014), que mostra as possibilidades de usos dos experimentos de demonstração investigativa para o estudo da lei dos gases ideais, a complementação aqui apresentada cumpre com os objetivos de oferecer mais recursos às ações de ensino já propostas. Os resultados se mostram promissores, uma vez que o professor possa auxiliar no desenvolvimento do senso crítico dos estudantes em relação à ciência e suas teorias, com seus limites de explicação e validade, característica de todo trabalho humano. Além



do aprofundamento na teoria abordada em sala de aula, o experimento aqui proposto contribui também para melhor compreensão da natureza da ciência, base dos objetivos das atividades investigativas que de acordo com Carvalho (2010, 2014).

A estratégia de ensino desta proposta segue da utilização da dinâmica dos Três Momentos Pedagógicos, que apresentam etapas para sua aplicação. No primeiro momento foi levantado a problematização inicial para avaliar os conhecimentos prévios dos estudantes. Foi apresentado um vídeo, que mostra o funcionamento do trem de levitação magnética. E na sequência foram levantadas questões a respeito do funcionamento do trem e qual seria a ideia dos estudantes sobre este fenômeno. Em concomitância a esse momento foi aplicado um questionário para que os estudantes respondessem durante a aula.

No segundo momento seguiu-se da organização do conhecimento. Tendo em vista os questionamentos levantados na problematização inicial, em que o professor estabelece conteúdos que proporcionem o entendimento do tema proposto. Desta forma foi desenvolvida uma abordagem pedagógica que ocorreu de forma expositiva e dialogada com os estudantes a respeito dos aspectos e propriedades do ímã bem como sobre uma a ideia inicial de Campo Magnético. Posteriormente a essa etapa foi explorado os conceitos subsequentes e análise dos Campos Magnéticos em três casos distintos: o Campo Magnético gerado por um fio, por uma espira e por uma bobina. Durante esse momento os estudantes mostraram-se interessados e envolvidos pelo conteúdo, que teve como aspecto principal a interpretação e compreensão do assunto. Ressalta-se que aqui não teve como objetivo principal o desenvolvimento de uma estrutura algébrica de Campo Magnético, mas sim uma compreensão teórica e contextualizada sobre o tema, conforme preconizado nas fundamentações teóricas apresentadas neste trabalho.

No terceiro momento os estudantes partem para a aplicação do conhecimento adquirido durante as aulas. Nessa etapa foi apresentado o experimento com a prototipagem Arduino para que os discentes observassem e interagissem com o experimento. Trata-se da variação da Intensidade do Campo Magnético de um ímã com a distância ao sensor Hall. Inicialmente foi solicitado pelo professor que os estudantes formassem grupos de 3 componentes e a partir desse momento eles foram instruídos a realizarem a montagem do experimento. Cada grupo recebeu em suas mesas os materiais citados anteriormente para a construção do aparato experimental, exceto o notebook, pois foi utilizado o do professor para cada grupo. Cabe ressaltar que o experimento poderá ser realizado sem o notebook, basta fazer a leitura dos dados por um display devidamente acoplado ao sistema.

Após realizar a montagem do aparato experimental foi apresentado pelo professor o código de funcionamento do experimento. Os estudantes então, na sequência da realização das atividades em grupo aproximaram o ímã ao sensor Hall e observaram na tela do notebook os dados coletados pelo experimento, dados estes, que forneciam a Intensidade do Campo Magnético pela distância do ímã ao sensor naquele ponto. Esses dados foram coletados por cada grupo e na sequência, confeccionou-se uma tabela com o intuito de construir um gráfico da variação da Intensidade do Campo Magnético pela distância. Cabe ressaltar que os estudantes questionaram sobre o código Arduino e como se efetua a leitura. O professor utilizou-se deste momento para dialogar com os estudantes explicando detalhadamente cada interface para realização do experimento, principalmente explorando as características do sensor Hall.

## 6.1 – CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Neste trabalho foram desenvolvidos planos de aulas com conteúdo de Eletromagnetismo (Campo Magnético gerado pelo ímã, de uma espira, de uma bobina e de um solenoide) e a aplicação *in loco* destes, na Instituição de Ensino da Rede Pública de ensino da Educação Básica. A aplicação da proposta se deu em uma turma de 3º ano do Ensino Médio regular. Havia um total de 57 educandos

matriculados, mas apenas 25 frequentes. Foram necessárias 3 (três) aulas/encontros para o desenvolvimento da proposta de pesquisa e durante esse tempo o quantitativo de estudantes manteve-se regular e frequente às aulas. As aulas do componente curricular de Física foram distribuídas em duas aulas semanais, com carga horária de 50 minutos cada.

## 6.2 – RELATOS E ORGANIZAÇÃO PARA APLICAÇÃO DOS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS

As aulas foram programadas e elaboradas para explorar conceitos sobre Magnetismo, que está presente na matriz curricular do 3º ano do ensino regular. Conforme mostra o quadro 1 abaixo estas aulas foram organizadas de forma que atendessem aos Três Momentos Pedagógicos tendo como objetivo torná-las mais participativas. Neste quadro está mostrada a organização e a respectiva distribuição das atividades em horas/aulas (há).

**Quadro 1:** Etapas dos Três Momentos Pedagógicos: Estudo do Magnetismo

<b>Etapa</b>	<b>Aulas (ha)</b>	<b>Atividades</b>
<b>Problematização Inicial</b>	<b>1 Aula</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apresentação do vídeo “trem de levitação magnética” Link: <a href="https://globoplay.globo.com/v/4883902/">https://globoplay.globo.com/v/4883902/</a></li> <li>- Apresentação de textos sobre navegações orientadas por bússola.</li> <li>- Levantamento de questões sobre o tema magnetismo.</li> </ul>
<b>Organização do conhecimento</b>	<b>1 Aula</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apresentação dos conceitos relacionados ao tema.</li> <li>- Realização de simulação via PhEt sobre campo magnético e interação com a bússola.</li> <li>- Propriedades e Campo gerado pelo imã.</li> </ul>
<b>Aplicação do conhecimento</b>	<b>1 Aula</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aparato experimental para medida do Campo Magnético gerado pelo imã via placa Arduino com sensor de efeito Hall.</li> <li>- Discussão sobre dependência entre distância e Intensidade do Campo Magnético.</li> </ul>

Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

## 7.0 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao longo desse item serão apresentados os resultados obtidos pela aplicação da proposta experimental nas aulas de Física do Ensino Médio, tendo como estudo os conceitos do Eletromagnetismo. Os estudantes serão identificados com a sigla A1, A2, A3 e assim sucessivamente.

Os tópicos relacionados ao Eletromagnetismo geralmente são vistos no 3º do Ensino Médio e antecede os estudos dos efeitos elétricos. Nesse sentido foi percebido interesse dos estudantes pelo conteúdo abordado durante as aulas de Física, o que correlacionamos ao fato de estar ligado à sequência do conteúdo.

A primeira discussão relacionada ao tema aconteceu durante a exposição de um vídeo de um projeto realizado pelos estudantes do Curso de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. O vídeo teve por objetivo despertar a curiosidade dos discentes e efetuar possíveis explicações advindas do conteúdo explorado pelo vídeo. Foi observado nesse momento um envolvimento significativo dos discentes na problematização inicial. Quando questionados a respeito da levitação do trem o estudante A1 responde:

*“O trilho e o trem se repelem, resultando em fenômeno magnético, causando uma levitação de 1 cm.”*

A resposta do estudante A1 demonstra que mesmo sem um conhecimento específico sobre o assunto, o discente consegue associar o funcionamento do trem aos fenômenos magnético. Acredita-se que o discente já leu ou ouviu comentários sobre o trem magnético.

Na tentativa de responder a mesma pergunta, o estudante A2 buscou relacionar o princípio de funcionamento do trem aos conceitos elétricos estudados anteriormente. Segundo ele:

*“Cargas opostas se repelem, por isso o trem se repele e fica flutuando”*

Outras respostas interessantes foram obtidas neste momento, contudo apresentamos apenas algumas delas devido à limitação do tamanho deste trabalho. Todas as questões foram avaliadas criteriosamente para dar sequência à abordagem metodológica.

Após a problematização inicial deu-se início a organização do conhecimento. Neste momento foi explorado com a turma os conceitos pertinentes ao Magnetismo e Eletromagnetismo de forma dialogada. Na discussão foram explanadas sobre as propriedades magnéticas do ímã e a relação entre fenômenos magnéticos e elétricos nos diversos condutores com diferentes geometrias (condutor linear, espira circular, bobina achatada e solenoide). Nas figuras apresentadas a seguir, demonstram-se um momento das aulas que ilustram o citado. Na Figura 1 abaixo é mostrado um dos momentos das aulas em que situa os estudantes para a inserção do tema, uma aula dialogada com levantamentos de situações-problemas



**Figura 1:** Momento 1: Abordagem inicial.

Fonte: Autores, 2023.

De modo geral os estudantes mostram interesse pelo assunto abordado pela participação com perguntas pertinentes ao tema e efetuando relações com os fenômenos e as vivenciadas em seu cotidiano.

Na aplicação do conhecimento é apresentado para os discentes a placa Arduino com seus diversos modelos disponíveis para uso, bem como os mais variados projetos que poderão ser feitos utilizando a placa. Em seguida foi mostrada a proposta experimental utilizando o Arduino, que será

utilizada para as medidas do Campo Magnético de um ímã à medida em que se varia a distância entre ímã e sensor Hall.

Ao afastar o ímã do sensor, os discentes acompanhavam na tela do notebook a variação da Intensidade do Campo Magnético e a distância em que o ímã está do sensor Hall. Essa medida da Intensidade do Campo é dada em Gauss. O Professor definiu e explicou sobre a medida em Gauss. Com o experimento em funcionamento foi possível observar que os estudantes perceberam a variação da Intensidade do Campo, ora aumenta ora diminui à medida que se aproxima ou afasta o ímã do aparato experimental/sensor Hall. Na Figura 2 mostra o momento em que os grupos fizeram as medidas da Intensidade do Campo, após a introdução dos conceitos e avaliação dos conhecimentos prévios dos estudantes.



**Figura 2:** Interação dos estudantes com o experimento de prototipagem Arduino para medida da intensidade de Campo Magnético.  
Fonte: Autores, 2023.

Todos os estudantes participaram efetivamente da realização da atividade. Após a realização do experimento foi apresentado aos discentes o segundo questionário a fim de identificar o entendimento dos estudantes sobre o desenvolvimento da prática experimental e avaliar algumas reflexões e dúvidas. Neste momento foi solicitado que os estudantes apresentassem um mapa conceitual, que ao ser analisado nos forneceram vários indícios de aprendizagem com significados. Em relação ao questionário, em um dos questionamentos foi perguntado:

***Qual o significado físico dos dados obtidos pelo Arduino?***

Para esse questionamento o discente A3 responde:

*“O significado de que quanto menor à distância, maior o campo magnético.”*

A partir dos conhecimentos construídos em sala de aula o discente A3 relacionou os dados obtidos pelo experimento a respeito da Intensidade do Campo à medida que se aumenta a distância da fonte. Nesse caso, observa-se a habilidade do estudante para definir causa e efeito do fenômeno físico observado.

A respeito do funcionamento e o significado dos dados obtidos, foi perguntado:

***Os dados obtidos pelo Arduino estão de acordo ao esperado? Por quê?***

Para essa pergunta, o discente A4 responde:

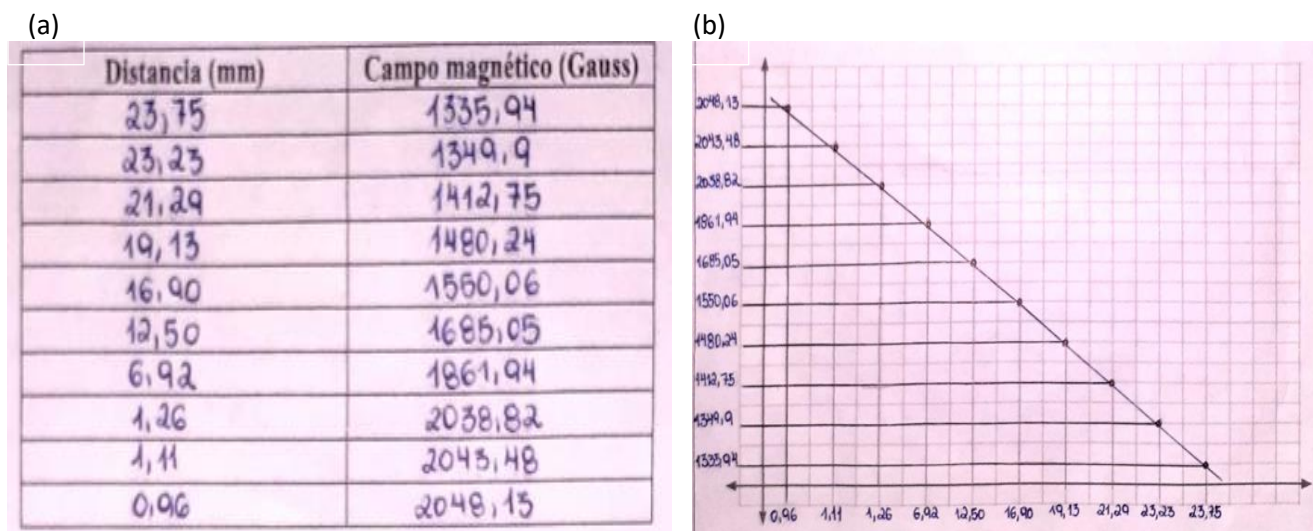
*“Sim, porque antes da prática, o professor já havia explicado como funcionavam os campos magnéticos.”*

Para a mesma pergunta o discente A5 responde:

*“Sim, de acordo com que se aproxima o objeto ele vai dando os dados que se quer saber do campo.”*

É possível perceber a partir das respostas dos estudantes que as ideias propostas nas aulas sobre o comportamento do campo magnético foram compreendidas. Na resposta do estudante A5 ele interpreta os dados fornecidos pelo Arduino de acordo com o comportamento esperado nas medidas, mesmo que não tenha sido realizada de forma objetiva essa ideia, ou seja, que não tenha sido explorado o tema equacionalmente.

Durante a realização da atividade foi solicitado aos discentes que anotassem em uma tabela os dados da Intensidade do Campo pela distância em que foi feita a medida. O objetivo desse momento é fazer com que os alunos *plotassem* um gráfico da Intensidade do Campo pela distância, tendo como fundamento o que se observou no experimento. Desse modo, os alunos poderiam perceber graficamente o comportamento do Campo Magnético com os dados obtidos pelo Arduino. Na Figura 3 abaixo mostra os dados (1) obtidos pelos estudantes, que apresentou a Intensidade do Campo Magnético em função da distância obtida via plataforma Arduino. Do lado (a) da Figura tem-se a tabela e do lado (b) o respectivo Gráfico. Os estudantes mediram estes dados ao tempo em que manuseavam o experimento.



**Figura 3:** Dados (1) obtidos pelo Experimento Arduino /sensor Hall: (a) Tabela, (b) Gráfico da Intensidade do Campo pela Distância.

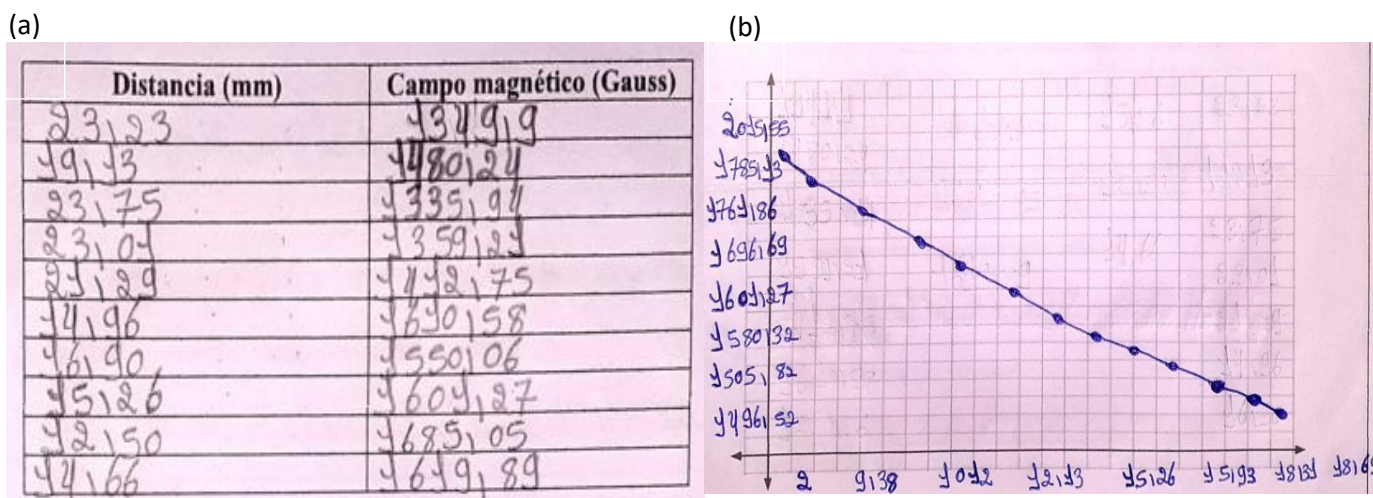
A partir da análise do Gráfico 1 - Figura 3(b) - feito pelos estudantes pode-se perceber que os discentes conseguiram interpretar e reproduzir os dados coletados pelo aparato experimental de forma significativa, pois, observa-se a evidência de que a Intensidade do Campo diminuiu de forma linear à medida que a distância aumentou. Este fato foi discutido com os estudantes mediante dados advindos do gráfico. Reforça-se que os estudantes perceberam claramente este comportamento através gráfico, bem como através do afastamento e aproximação do ímã ao sensor Hall, ou seja, pelo manuseio efetivo do experimento.

Contudo, observou-se que os estudantes tiveram dificuldades para construir o gráfico a partir dos dados coletados pelo sistema Arduino, demonstrado na Figura 1(b) pela não representação das dimensões devidamente nas abscissas e ordenadas. Este foi um momento importante para explorar a importância sobre os sistemas de unidades. Fica evidente que os estudantes não perceberam a importância das discussões sobre a nomenclatura Gauss. Neste momento foi necessário a retomada da discussão indicando o vínculo das subunidades da grandeza Gauss e a distância dada em centímetro. Foi solicitado que os estudantes corrigissem os gráficos. Optou-se por apresentar o gráfico

tal qual foi obtido no primeiro momento para fins de análises e avaliações progressivas desta atividade.

Para dar suporte aos resultados obtidos apresenta-se na Figura 4, a Tabela 2 que representa mais um conjunto de dados obtidos por outro grupo de estudantes. Observa-se semelhança entre os dados obtidos pelo grupo 1, mostrado na Figura 3. Demais gráficos foram confeccionados, mas apresentam-se aqui apenas dois destes, pois são semelhantes.

Embora os estudantes tenham conseguido traçar o gráfico foi perceptível a dificuldade dos discentes em utilizar os dados coletados pelo experimento para a construção destes. Neste momento foi importante auxiliar os discentes na construção e utilização do papel milimetrado. Sugeriu-se que os discentes que tenha computador em suas casas que construíssem os gráficos pela planilha excell. Demais discentes que não tinham computadores foram encorajados a utilizarem o da escola sob solicitação.



**Figura 4:** Dados (2) obtidos pelo Experimento Arduino /sensor Hall: (a) Tabela, (b) Gráfico da Intensidade do Campo pela Distância.

Uma situação que ficou evidenciada a experimentação mostrou-se ainda mais relevante para auxiliar na interpretação dos dados levantados, que agora se mostra de forma mais clara através dos números e consequentemente auxiliará o docente para introdução de conceito de Intensidade Magnética por uma representação simbólica.

A última pergunta do questionário teve por objetivo analisar a opinião dos discentes sobre o que mais chamou atenção no experimento. No Quadro 2 abaixo é apresentada algumas respostas destes estudantes:

**Pergunta:** *O que você achou de mais interessante no experimento?*

**Quadro 2:** Respostas retiradas dos questionários

Estudante A1	“Achei muito interessante ver na prática o campo magnético aumentando, na medida em que a distância diminui.”
Estudante A2	“A rapidez que os dados foram obtidos e jogados na tela em questão de segundos.”
Estudante A3	“De medir o campo do imã e a explicação do Arduino.”
Estudante A4	“O que chama atenção são os experimentos feitos em sala de aula, a rapidez que se faz uma coleta de dados.”

Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

Diante das respostas apresentadas pelos estudantes é possível concluir que o experimento utilizado como recurso didático teve resultado positivo, pois demonstra a satisfação do estudante na clara evidência de se observar um fenômeno físico. Outra evidência que nos chama atenção é a de que os estudantes se interessaram pelo fato das medidas ocorrerem de forma quase simultânea com a observação do fenômeno. Esta indicação nos levar a concluir que há necessidade de se modificar a forma e metodologia para o ensino, pois o estudante está mergulhado neste universo tecnológico em que as informações são instantâneas.

A cada etapa de investigação do conteúdo abordado obteve-se uma resposta que possibilitou aprofundar o conteúdo seguinte, ou seja, avaliar a proposta após cada abordagem, que seguiu da apresentação dos conceitos fundamentais sobre o que é o Magnetismo, introdução dos elementos quantitativos, que foi a medida da Intensidade do Campo Magnético pela distância. Inicialmente não foi possível introduzir o conceito de Intensidade do Campo Magnético, pois considerou-se por vezes muito abstrato e com a realização do experimento os estudantes compreenderam a ideia de Campo Magnético associada a uma Intensidade e como esta varia com a distância, possibilitando aprofundar o conceito do magnetismo nas aulas subsequentes.

## 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo desse trabalho foi apresentar uma proposta de ensino para abordagem de conceitos de Magnetismo aplicando os Três Momentos Pedagógicos, bem como a utilização de um aparato experimental que teve como foco o uso da plataforma Arduino. Este aparato foi construído eminentemente como uma ferramenta didática para esta proposta. As aulas iniciaram pela investigação sobre Campo Magnético, durante a qual foi desenvolvida a discussão dos conceitos de Campo Magnético de um ímã e suas propriedades físicas.

A motivação desse trabalho foi desenvolver um experimento de fácil aquisição e manuseio, que contribua para o Ensino de Ciências e Física, especificamente no ensino do Eletromagnetismo. A placa Arduino foi escolhida pois, além de ser de fácil utilização tem um custo acessível e garante diversas aplicações para investigações de fenômenos físicos e das ciências em geral.

Durante a abordagem do tema, ao empregar o primeiro Momento Pedagógico foi possível dialogar com os estudantes sobre o conhecimento prévio dos mesmos sobre o assunto, que é de fundamental importância para que o tema que se pretende ensinar faça sentido para o estudante. Desta forma foi possível garantir que o estudante associe seu conhecimento prévio com a situação-problema proposto em aula.

A aplicação desta proposta permitiu constatar que a escola não dispunha de laboratório que auxilie o professor em suas aulas, realidade que faz parte da maioria das escolas da rede pública de Ensino e desta forma, a utilização de experimentos de fácil acesso se mostra importante, pois foi possível utilizá-lo no ambiente da sala de aula.

Por outro lado, foi perceptível a dificuldade que alguns estudantes apresentaram para construção do gráfico da Intensidade do Campo pela distância, ainda que a compressão do fenômeno tenha acontecido pelos estudantes. Neste momento foi necessário auxiliar na elaboração dos gráficos para tornar evidente que o ensino de Magnetismo pode explorar conceitos no âmbito qualitativo e quantitativo. Entendemos que este foi um ponto importante e diferencial deste trabalho.

Diante dos dados obtidos pela aplicação da sequência didática, bem como das percepções advindas entre educador-educando na realização das diversas atividades (vídeos, textos, mapa conceitual, experimento, gráficos, manuseio dos equipamentos eletrônicos, aula dialogada, e discussões fundamentadas) pode-se concluir que o experimento pela prototipagem Arduino tem grande potencial para explorar conceitos físicos e que aliado à metodologia - Três Momentos Pedagógicos –auxiliou na construção do conhecimento sobre o ensino do Magnetismo e se constituiu como uma importante ferramenta para a evidência de aprendizagem com significado.

## 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, I. **Produção de um Aparato Experimental para Medição de Campo Magnético Usando Arduino**. Programa de Pós-graduação Mestrado Profissional em Ensino de Física – MNPEF. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa, 2020.

ARANTES, A. R.; MIRANDA, M. S.; STUDART, N. **Objetos de Aprendizagem no Ensino de Física: usando simulações do PhET**. Física na Escola, v. 11, n. 1, p. 27–31, 2010. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol11/Num1/a08.pdf>>. Citado na página 23

AUSUBEL, D. P. Educational Psychology - **A Cognitive View**. [S.l.]: Holt Rinehart & Winston of Canada Ltd, 1968. ISBN 9780030696404. Citado na página 32.

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

CARVALHO, A.M.P. (Org.). **Calor e Temperatura: Um Ensino por Investigação**. Livraria da Física Editorial, São Paulo, 2014.

CARVALHO, A.M.P. **As Práticas Experimentais no Ensino de Física**. In: Carvalho, A. M. P. (Org.) Ensino De Física - Coleção Ideias em Ação, Cengage Learning, São Paulo, 2010.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. (2002). **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2011.

HALLIDAY, D. **Fundamentos de Física: Eletromagnetismo** / David Halliday, Robert Resnick, Jearl Walker; tradução Ronaldo Sérgio de Biasi. - 10.ed. - Rio de Janeiro: LTC, 2016.

MORAES, J. U. P.; JUNIOR, R. S. S. **Experimentos didáticos no ensino de física com foco na aprendizagem significativa** . Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review -, v. 4, n. 3, p. 61–67, 2014.

PORTO, W. G. A. Aplicação do Ensino híbrido para o estudo de conceitos do eletromagnetismo. Programa de Pós-graduação Mestrado Profissional em Ensino de Física – MNPEF. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Vitória da Conquista, 2020.

MOREIRA, M. A. **Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas** - UEPS (Potentially Meaningful Teaching Units – PMTU). Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review – V1(2), pp. 43-63, 2011.



MOREIRA, M. M.P.C.; ROMEU, M. C.; ALVES, F. R. V. e SILVA, F. R. O. **Contribuições do Arduino no Ensino de Física: uma revisão sistemática de publicações na área do ensino.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 35, n. 3, p. 721-745, dez. 2018.

RICARDO, E. C.; FREIRE, J. C. A. **A Concepção dos Alunos sobre a Física do Ensino Médio: um Estudo Exploratório.** Pesquisa em Ensino de Física - Revista Brasileira de Ensino de Física. 29 (2), 2007.

SARTORI, A. S.; HUNG E. S.; Moreira, P. J. **Uso das TICs Como Ferramentas de Ensino e Aprendizagem. Notas para uma Prática Pedagógica Educomunicativa.** Caso Florianópolis 2013/2014. Contexto & Educação. Santa Catarina: Editora Unijuí, Jan./Abr, p.133-152, 2016.

SILVA, S.M., **Uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa Fundamentada nos Três Momentos Pedagógicos para o Ensino do Fenômeno da Indução Eletromagnética no Nível Médio**, 2019, 20f. Dissertação Mestrado Profissional no Ensino de Física, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2019.

SOUSA, M. L. K. A.; CAVALCANTE, M. A. **Magnetismo para Crianças.** A Física na Escola, v. 1, n. 1, p. 21–24, 2000.

SOARES, A. A; JÚNIOR. J. B; MOREIRA, A. P. F.; CHIAVINI, L. C.; **Polaridade Magnética e Sensor Hall: Uma Proposta de Experimento para os Ensinos Fundamental e Médio.** Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 43. Sorocaba, 2021.