

## **Ensino de Física por Investigação: Uma opção de prática experimental em laboratórios didáticos**

### **Inquiry-based learning in Physics: An option for experimental practice in teaching laboratories**

#### **Resumo**

Esse trabalho se propõe a investigar e analisar as produções acadêmicas sobre esse tipo de abordagem para a realização de experimentos em laboratórios didáticos de Física, com o objetivo de identificar padrões de sequências didáticas que possam ser relevantes para a prática experimental e tornar seu desenvolvimento mais significativo ao aluno, reduzindo sua passividade durante a execução das atividades. Esta investigação consistiu em uma pesquisa bibliográfica cujas fontes de dados foram o catálogo de teses e dissertações da Capes, atas de eventos científicos relacionados ao ensino de Física e periódicos nacionais da área de ensino. Como resultado das análises, alguns padrões foram identificados e podem auxiliar pesquisadores e professores ao adotarem essa estratégia de ensino em atividades experimentais no ensino de Física. Além disso, pôde-se identificar tendências e lacunas nessa linha de pesquisa, que podem orientar futuras pesquisas.

**Palavras chave:** Ensino por investigação, laboratório didático, ensino de física.

#### **Abstract**

This work aims to investigate and analyze the academic productions about this kind of approach to conduct experiments in Physics teaching labs, in order to identify patterns of didactic sequences that may be relevant for experimental practice and make its development more meaningful to the student, reducing his passivity during the execution of the activities. This investigation consisted of a literature review whose data sources were the Capes catalog of theses and dissertations, minutes of scientific events related to Physics teaching and national journals in the area of education. As a result of the analysis, some patterns were identified that can help researchers and teachers when adopting this teaching strategy in experimental activities in Physics teaching. Moreover, it was possible to identify trends and gaps in this line of research, which can guide future research.

**Key words:** Inquiry-based learning, teaching laboratory, physics learning.

#### **Introdução**

O uso de aulas práticas no ensino de Física é uma alternativa didática para proporcionar aos alunos um contato mais direto com os fenômenos físicos (CARVALHO, 2013). A utilização dos termos “aula prática” ou “aula de laboratório” tentam designar o que seriam atividades em



que os alunos interagem com materiais, de modo que se possa reduzir a abstração e entender melhor o fenômeno estudado. As atividades experimentais podem ser classificadas em três tipos, de acordo com o grau de direcionamento das atividades: demonstração, verificação e investigação. Na primeira modalidade experimental citada, o professor realiza uma demonstração utilizando os materiais experimentais e os alunos somente participam como observadores. Muito comum na maioria das atividades experimentais, tem como característica principal ilustrar aspectos relacionados aos fenômenos físicos e possibilitar uma representação mais concreta dos estudantes. Podem ser aplicadas em dois procedimentos: aberta ou fechada. A diferença consiste em propiciar uma maior flexibilidade de discussão nas demonstrações abertas, convidando os alunos a serem mais participativos durante a exposição (ARAÚJO; ABIB, 2003).

Já a segunda, convida os alunos a participarem das experiências formando pequenos grupos e manipulando os materiais. Se tratando da organização das atividades, pode se observar duas formas mais gerais: atividades fechadas e investigativas. Geralmente se observa um planejamento centrado nos guias ou roteiros, com o objetivo de comprovar o que o aluno aprendeu nas aulas teóricas. Em contraponto, as atividades experimentais investigativas buscam promover um engajamento efetivo dos alunos, fazendo-os tomar suas próprias decisões com base na construção de argumentos e de hipóteses sobre os fenômenos estudados. Isso se torna possível somente quando há uma mudança do papel do professor, de um mero transmissor do conhecimento, para um orientador de seus alunos auxiliando na construção de seus novos conhecimentos (CARVALHO et al., 2013).

A investigação em conjunto da experimentação reduz a abstração, estimula a curiosidade, permite o desenvolvimento de hipóteses e discussões e aumenta a criticidade (CARVALHO 2010; 2013). Para Borges (2002), é necessário todo um preparo por parte do professor para acompanhar os alunos neste ambiente que, em muitas vezes, é totalmente novo. Uma organização das atividades, procedimentos, e até a fala do professor, são fundamentais para que a aprendizagem ocorra de forma eficiente. Nestas abordagens o professor apresenta uma problematização inicial, que deve ser compreendida pelos alunos, promovendo as condições necessárias para utilizar os recursos disponíveis e que venham a refletir e propor possíveis ações que tragam a solução do problema (CARVALHO, 2011; 2013). Neste processo, o aluno desenvolve um papel ativo na construção de seu conhecimento e esse é um dos princípios das metodologias ativas, que de acordo com Moran (2018), dão ênfase ao papel de protagonista do aluno, ao seu envolvimento direto, participativo e reflexivo em todas as etapas do processo de aprendizagem.

Portanto, esta pesquisa buscou identificar através de uma revisão de literatura, como as práticas experimentais investigativas estão sendo abordadas em pesquisas científicas nacionais e sua relevância como abordagem didática nesse contexto. A motivação para tal estudo surgiu a partir da experiência do autor como monitor da disciplina de Física Experimental I na Universidade Federal do Espírito Santo no campus Alegre durante o ano de 2019. Percebeu-se ao longo dos semestres, que as aulas e os roteiros utilizados não promoviam uma aprendizagem.

Portanto, esta pesquisa buscou identificar por meio de uma revisão de literatura, como as práticas experimentais investigativas estão sendo abordadas em pesquisas científicas nacionais e sua relevância como abordagem didática nesse contexto. A motivação para tal estudo surgiu a partir da experiência do autor como monitor da disciplina de Física Experimental I na

Universidade Federal do Espírito Santo no campus Alegre durante o ano de 2019. Percebeu-se claramente ao longo dos semestres, que as aulas e os roteiros utilizados não promoviam uma aprendizagem efetiva dos conteúdos, tornando as atividades meras reproduções de operações predeterminadas nos roteiros.

## Revisão de Literatura

Araújo e Abib (2003) apontam que, em análises sobre o papel das atividades experimentais nas últimas décadas, existe uma alta variedade de possibilidades e tendências acerca da utilização desta estratégia de ensino. Se estendem desde a mera verificação de leis e teorias até ao desenvolvimento de situações que incentivam o aluno a refletir e rever suas ideias a respeito de um determinado fenômeno físico. Para compreender melhor o ensino investigativo, buscaram-se trabalhos que continham revisões de literatura mais recentes e foram encontrados dois: Lima; Pereira; Lima (2021) e Maximo-Pereira; Cunha (2021).

Através destas pesquisas, pode-se perceber quais as temáticas mais utilizadas para o ensino de Ciências e outras formas de divisão de dados. No primeiro citado, os autores também fazem uma revisão sistemática, mas com unidades temáticas diferentes. Dos trabalhos específicos em Física, foram agrupadas nas seguintes unidades temáticas: Ambiente interativo; argumentação; atividade experimental; educação não formal; engajamento videoanálise e formação de professores. Nota-se que a atividade experimental é uma temática comum quando se trata de pesquisas envolvendo o ensino por investigação, evidenciando algumas preocupações da comunidade científica sobre a reflexão do papel das aulas experimentais. No segundo, a categorização é feita em níveis de investigação de laboratório propostos por Borges (2002, p. 306) e os autores apontam que uma atividade investigativa não se restringe apenas a atividades experimentais, assim como uma atividade experimental não se restringe ao caráter investigativo. (MAXIMO-PEREIRA; CUNHA, 2021, p. 138).

As atividades investigativas propõem uma organização diferenciada na execução das atividades, o processo é centrado no aluno e o professor atua como um orientador no processo de aprendizagem. Utilizando a problematização como ponto de partida, abre a possibilidade para se levantar hipóteses e a fomentar uma reflexão crítica nos estudantes. A abordagem dos conceitos científicos deve partir de situações capazes de embasar diálogos que promovam uma mudança conceitual nos estudantes, e evidenciar que cada aluno é capaz de aprender apesar de suas dificuldades. O estímulo pela participação deles é fundamental para esta modalidade e deve ser constante por parte do professor, visto que, é necessário para os alunos estarem manipulando os equipamentos, questionando, e elaborando hipóteses para construir seu conhecimento. Ainda no procedimento investigativo, Carvalho (2010) apresenta o que se define como “grau de liberdade do aluno”, divididos em cinco categorias que servem para nortear o professor acerca da forma na qual deseja trabalhar cada conteúdo. Cada uma apresenta uma indicação do quanto o aluno possui de liberdade para desenvolver cada atividade. O que é válido, em vista de que alguns temas exigem menos aprofundamento em uma atividade do que outros. Por exemplo, em uma explanação a respeito de grandezas físicas e utilização de equipamentos o professor pode adotar uma diretriz menos investigativa e mais demonstrativa. Já em uma atividade a respeito de aplicações das Leis de Newton, pode-se utilizar uma diretriz mais investigativa. (PELLA, 1969 apud CARVALHO, 2010).

Os graus são definidos da seguinte forma: O grau I de liberdade, é quando o aluno possui somente a liberdade intelectual de coletar dados. Todo o processo investigativo, como levantamento de hipóteses, elaboração de um plano de trabalho e outros, já estão prontos. O



grau II de liberdade, tem como característica propiciar aos alunos desenvolverem suas próprias conclusões a partir de seus próprios dados. Apesar de simples, esta prática requer uma reorganização estrutural na colocação do problema. No grau III de liberdade, não é definido pelo professor ou roteiro o que deverá ser feito, mas os alunos são convidados a elaborar seu próprio plano de trabalho para coletar os dados, analisar e discutir conclusões a partir da obtenção deles. O professor ainda possui o papel de mostrar o problema e sugerir hipóteses para solucioná-lo. No grau IV, as atividades são caracterizadas por somente receberem da parte do professor o problema a ser solucionado e os alunos ficam responsáveis por elaborar estratégias para a coleta de dados e análise. A principal diferença com o grau III, está no fato que aqui os alunos devem formular por conta própria suas hipóteses, sem orientação do professor. Já no grau V, até a problematização fica a cargo dos alunos para ser elaborada. Este nível de liberdade requer um alto grau de experiência dos alunos em atividades experimentais, para permitir a execução das atividades no limite de tempo das aulas.

O ensino tradicional, geralmente utilizado em escolas e universidades, não incentiva a independência dos alunos em atividades práticas e desfavorece a promoção da alfabetização científica (SASSERON, 2008). Promover uma alfabetização científica significa oferecer condições ao discente para poderem problematizar situações do cotidiano e analisa-las criticamente, baseando-se em interpretações feitas em seus conhecimentos científicos. A autora aponta que tais habilidades estão agrupadas em três blocos: (i) compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais; (ii) compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática; e (iii) entendimento das relações existentes entre ciências, tecnologia, sociedade e ambiente. Esses blocos resumem indicadores de alfabetização científica. A maioria dos roteiros experimentais costumam apresentar uma abordagem fechada, dificultando o desenvolvimento desses indicadores. Neste sentido, este trabalho pretende promover abordagens que facilitem a promoção da alfabetização científica.

## **Metodologia**

Esta investigação consiste em uma pesquisa bibliográfica que utilizou procedimentos da revisão sistemática de literatura (OKOLI, 2019) e da Análise de Conteúdo (BARDIN, 2011) para obtenção e análise de dados. A Análise de Conteúdo pode ser aplicada a vários gêneros de documentos, tendo como objetivo explorar e interpretar os mesmos, considerando um processo sistemático de organização. Desse modo, essa pesquisa seguiu os seguintes procedimentos: pré-análise, exploração do material e análise dos resultados.

Durante a pré-análise, guiada por etapas de uma revisão sistemática de literatura, foi feita a procura pelos materiais que seriam analisados. Nesta etapa, foram buscadas no catálogo de teses e dissertações da Capes, em anais de eventos científicos relacionados ao Ensino de Física e em periódicos nacionais da área de Ensino, com estrato A1, A2 e B1, produções acadêmicas científicas relacionadas ao tema de interesse. Foi definido um recorte temporal de 11 anos, de modo que este trabalho investiga produções acadêmicas científicas no intervalo de 2010 a 2020, com objetivo de fazer um mapeamento de investigações recentes a respeito do tema de interesse.

Para realizar a busca nas fontes citadas anteriormente, escolheram-se as seguintes palavras-chave: ensino por investigação, laboratório didático e atividades experimentais investigativas. Posteriormente, para a classificação dos trabalhos que seriam ou não analisados, utilizou-se da leitura do resumo e da metodologia de todos os trabalhos encontrados pelo procedimento citado. Aqueles que apresentavam uma proposta de atividade experimental pautada no contexto investigativo, foram selecionados para análise.

Ao término dessa etapa estava constituído o *corpus* de análise, ou seja, o conjunto de trabalhos científicos que foram submetidos ao processo de análise. Para analisar os trabalhos selecionados foram utilizadas unidades temáticas previamente definidas. Optou-se por analisar os trabalhos com base nos graus de liberdade dos alunos perante as atividades experimentais, apresentados no trabalho de Carvalho (2010). O grau 1 de liberdade não foi considerado para a análise por conta de não se caracterizar como atividade investigativa pela autora, por esta razão, foi excluído das unidades temáticas. As que foram utilizadas são descritas no quadro 1.

**Quadro 1:** Apresentação das unidades temáticas.

UNIDADE TEMÁTICA	DESCRIÇÃO
1	Trabalhos com caráter de grau II de liberdade do aluno
2	Trabalhos com caráter de grau III de liberdade do aluno
3	Trabalhos com caráter de grau IV de liberdade do aluno
4	Trabalhos com caráter de grau V de liberdade do aluno

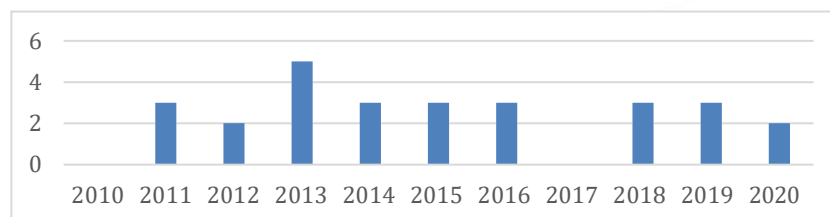
Fonte: Autor.

## Resultados e discussão

Em relação a quantidade de trabalhos, no total, foram selecionados 26 para compor as unidades temáticas. Quanto à natureza dessas publicações, foram selecionados 6 artigos da Revista Brasileira de Ensino de Física, 21 trabalhos de anais de eventos científicos, sendo: 13 do Simpósio Nacional de Ensino de Física e 8 do Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física. Não foram identificadas teses e dissertações sobre o tema específico, pois geralmente tratavam de atividades experimentais e metodologia investigativa de formas distintas e não articulavam os dois temas.

Quanto ao ano de publicação, identificou-se três publicados no ano de 2011, dois em 2012, cinco em 2013, três em 2014, três em 2015, três em 2016, três em 2018, três em 2019 e dois em 2020. Há uma pequena variação de publicações entre os anos. Essa distribuição pode ser visualizada na figura 1.

**Figura 1:** Número de trabalhos publicados no intervalo de 2010 a 2020



Fonte: Autor

Em relação aos conteúdos abordados nas produções analisadas, doze abordam tópicos de mecânica newtoniana, duas contemplam conteúdos de física térmica, cinco de eletricidade e magnetismo, dois de física moderna, quatro que não especificam um tema, e dois que tratam de vários temas. A quantidade maior de trabalhos a respeito das leis de Newton e suas aplicações já era esperada, por ser um tema amplo e que os alunos têm mais contato no Ensino Médio na composição curricular da rede estadual, por exemplo. O tema com maior “volume” é o de mecânica newtoniana. Dentre os assuntos, estão: Pêndulo simples, cinemática, conservação do



*momentum* e lei de Hooke. Os assuntos envolvendo física térmica são de processos envolvendo troca de calor e dilatação térmica. O assunto predominante no tema de eletricidade e magnetismo são experimentos que envolvem circuitos elétricos e seus componentes. Em Física Moderna, o conteúdo abordado é a dualidade onda-partícula da luz. Esses resultados indicam a necessidade de mais investigações que envolvam diferentes conteúdos, principalmente de tópicos de Física Moderna, uma vez que a inserção desses tópicos é amplamente incentivada como meio de atualização do currículo escolar.

Quanto ao público-alvo das pesquisas, a maioria delas consistiu em investigações realizadas com estudantes do Ensino Médio (15) e Ensino Superior (11) e somente uma de formação continuada de professores. Apenas um trabalho não possui público-alvo específico, mas após realizada a leitura, constatou-se que pode ser aplicada para ambos os níveis de ensino. Neste sentido, argumenta-se a necessidade de mais investigações voltadas à formação continuada, uma vez que os professores em serviço podem não ter tido contato com essas abordagens em sua formação inicial (BRASIL, 2019).

Com objetivo de mapear meios de abordagens investigativas para práticas experimentais em laboratórios didáticos, as publicações foram analisadas de acordo com o grau de liberdade possibilitado pelas atividades propostas. Novamente destaca-se a exclusão dos trabalhos com grau I pelo motivo citado ao final da página 4. No quadro 2 estão classificados os trabalhos analisados, de acordo com as unidades temáticas correspondentes.

**Quadro 2:** Classificação das pesquisas nas unidades temáticas.

UNIDADES TEMÁTICAS	PESQUISAS	REGISTROS
UT1	RAMOS, VERTCHENKO (2011); FONSECA et. al. (2013); GARZILLO et. al (2013); BAGGIO et. al. (2015); UENO-GUIMARÃES, SIMÕES (2015); SILVA, AMANTES (2020)	6
UT2	MARTINS et. al. (2011); CAMPOS, ATAÚJO (2011); SOUZA, DONANGELO (2012); SOUZA, BOTELHO, JÚNIOR (2018); LIMA et. al. (2019); ROCHA et. al. (2019)	6
UT3	VERIDIANO et. al. (2012); AMBRÓZIO, COELHO (2013); CARMO, CARVALHO (2013); COSTA et. al. (2014); SILVA (2014); COSTA et. al. (2015); SANCHES et. al. (2016); JUBINI et. al. (2016); HEIDEMANN, ARAUJO, VEIT (2016); FRAIHA et. al. (2018); ALVARENGA; MONICO (2019); PORTO; AMANTES (2020)	12
UT4	INOUE (2013), PARREIRA (2018)	2

Fonte: Autor

A UT1 é caracterizada por trabalhos com caráter de grau II de liberdade do aluno, incentivando a discussão dos resultados obtidos. Não basta somente calcular os dados, é necessário inferir uma interpretação com base nos resultados. Foram identificados quatro trabalhos em anais de eventos científicos (GARZILLO et al., 2013; BAGGIO et al., 2015; UENO-GUIMARÃES; SIMÕES, 2015; SILVA, 2020) e dois artigos (RAMOS; VERTCHENKO, 2011; FONSECA et. al, 2013). A grande maioria dos trabalhos pertencem a eventos, mostrando que ainda existem poucos trabalhos em outras bases, como revistas, teses e dissertações. Isso também reflete nas unidades seguintes.

Nestes trabalhos a abordagem não prioriza a participação do aluno como nas unidades seguintes, aqui o plano de trabalho é proposto pelo professor e os alunos somente discutem os

resultados com base nos dados obtidos. No trabalho de Ramos e Vertchenko (2011), por exemplo, os estudantes discutem a aplicação da lei de Hooke para determinar a constante elástica para diferentes arranjos e expandem a expressão para a força acrescentando um termo quadrático, que para os autores, viabiliza uma discussão didática melhor. A ideia é interessante, porém os alunos só realizam a discussão e reflexão na interpretação dos resultados. Isto fica evidente quando os autores citam:

“Na execução das atividades experimentais, o aluno será conduzido a exercitar as funções intelectuais, analisando os resultados encontrados e discutindo com os demais componentes do grupo o comportamento físico observado” (RAMOS; VERTCHENKO, 2011, p. 2).

A UT2, contém os trabalhos que demonstram características que “rompem” com a barreira da metodologia tradicional. Os documentos são embasados em metodologias ativas para execução de atividades e oferecem uma participação maior para os alunos. Foram identificados cinco trabalhos em anais de eventos (MARTINS et al., 2011; CAMPOS; ATAÚJO, 2011; SOUZA, BOTELHO, JÚNIOR, 2018; LIMA et al., 2018; ROCHA et al., 2019) e um em periódico (SOUZA; DONANGELO, 2012). Nestes trabalhos, o aluno tem uma participação mais significativa. A estrutura das abordagens, de modo geral, ocorre com o professor apresentando um problema e deixando os alunos realizarem algumas modificações na proposta de resolução do professor. Por exemplo, no trabalho dos autores Souza e Donangelo (2012), eles propõem uma atividade que aborda o estudo da cinemática utilizando um carrinho de controle remoto (miniatura). A ideia é fazer a investigação relacionada a um problema concreto, e não somente com abstrações estáticas na lousa. Os autores descrevem que o objetivo é:

“[...] descobrir uma forma de estimar a rapidez da miniatura, discutir a confiabilidade de seu método, determinar se a escala é aplicável ou não, e no processo construir o conceito de velocidade média” (SOUZA, DONANGELO, 2012, p.2).

Percebe-se que o aluno tem uma participação maior se comparada aos trabalhos da unidade anterior. O plano de trabalho elaborado para desenvolver as atividades são desenvolvidos pelos estudantes e o professor somente os orienta, formulando hipóteses e questionamentos que façam refletir mais sobre suas decisões.

A UT3 possui trabalhos que se centram ainda mais no aluno levando-os a levantar as hipóteses, nos quais o professor atua somente como um mediador apresentando o problema. Foram identificados dez trabalhos em anais de eventos (VERIDIANO et al., 2012; CARMO; CARVALHO, 2013; SILVA; QUEIROZ, 2014; COSTA et al., 2015; SANCHES et al., 2016; JUBINI et al., 2016; PORTO; AMANTES, 2020) e dois em periódicos (COSTA et al., 2014; HEIDEMAN; ARAUJO; VEIT, 2016).

A estrutura dos trabalhos dessa unidade consiste em requerer do aluno a formulação de hipóteses e seu registro. A discussão aluno-aluno e a aprendizagem por tentativa e erro, isto é, o aluno saber verificar algum equívoco em sua análise e formular estratégias para corrigí-lo. No trabalho de Jubini et al. (2016) para estudantes do nível médio, os autores propõem a construção de um carro de ratoeira para o estudo de mecânica. Neste trabalho, em momento algum os autores definem qual o modelo que deve ser “replicado” pelos alunos, eles próprios levantam hipóteses de qual modelo é possível ser construído com os materiais que dispõem. Até aqui, os alunos não conhecem detalhadamente as grandezas físicas e a influência que determinados componentes do carro exercem sobre seu funcionamento. A formalização destes



conceitos acontece após os testes via questionário, onde o professor realizando a correção esclarece para os alunos o porquê da ocorrência dos fenômenos. Assim, a assimilação da teoria com a prática acontece de maneira muito mais significativa.

A UT4 agrupa trabalhos que apresentam o que é considerada o padrão ideal de atividade experimental investigativa. Foram encontrados um trabalho em anais de eventos (INOUE; SCARINCI, 2013) e um em periódico (PARREIRA, 2018). Neste modelo, toda a problematização fica a cargo dos alunos. Esta unidade é a que apresenta o menor número de trabalhos. Isso pode ser justificado pelo fato de ser ainda uma lacuna a ser trabalhada e simultaneamente ao fato de que se trata de uma abordagem de realização não trivial, que demanda de mais esforços de investigação e tempo para implementação. No trabalho de Parreira (2018), os alunos são instruídos a pensar como cientistas, ou seja, são levados a reconstruir as leis da Física com base na investigação do problema. Tal prática permite não somente a verificação das leis que regem determinado fenômeno, mas como a validade e limitações delas. Chama a atenção o período disponibilizado para cada atividade, as duas aulas somadas resultam em cem minutos semanais que eram totalmente dedicados à sua realização. Tal tempo é justificado por se tratar de uma atividade deste grau, que demanda mais tempo de estudo dos alunos. Os alunos, por exemplo, após receberem a atividade, dispõem de alguns materiais sobre a bancada e são questionados acerca da natureza vetorial de uma força. Posteriormente, os alunos são convidados a apresentar quais experimentos poderiam ser utilizados fazendo uso daqueles materiais, para testar a validade de sua hipótese, e consequentemente responder àquela pergunta.

Uma característica semelhante a todos os trabalhos a partir do grau III, é a satisfação dos alunos ao utilizarem a metodologia investigativa. Neste mesmo último trabalho citado, os autores registram uma porcentagem de 77% de satisfação, e a mesma para a recomendação, sem qualquer restrição, deste formato de estudo para um amigo. Por outro lado, 11.5% disseram que atividades experimentais atrapalham o aprendizado. Jubini et al. (2016), concluíram que é necessário haver mudanças na metodologia e didática com o intuito de melhorar a aprendizagem dos estudantes. Prender a atenção e não deixar que as aulas se tornem monótonas, é o maior desafio do docente. Borges (2002) defende que independentemente do método de ensino, deve haver uma mobilização para que o aluno não fique “parado” e sempre esteja em atividade.

Em relação as principais dificuldades, sem dúvidas, é a adaptação e/ou inserção da modalidade investigativa. Apesar das metodologias ativas serem temas bastante estudados no ensino de ciências, existem muitas lacunas para inserção de tais ideias no Ensino Superior. Um dos motivos pode ser o ferramental matemático que é requerido pelo currículo e que torna a avaliação estritamente quantitativa. Atividades experimentais investigativas tendem a ter um caráter mais conceitual e cabe ao professor desenvolver outras ferramentas avaliativas de caráter qualitativo mas, ao mesmo tempo, utilizar o rigor matemático para as medições. Isso demanda uma reestruturação dos currículos das disciplinas de Física Experimental, o que é um processo muito complexo e burocrático em um curso de graduação.

Com base nos trabalhos analisados, entendeu-se que para dar início a práticas experimentais investigativas, em qualquer nível de ensino, deve-se começar por abordagens mais estruturadas e que permitam a participação ativa dos alunos. Desse modo, atividades caracterizadas com grau 2 de liberdade intelectual para os alunos seriam alternativas para o início da inserção de atividades investigativas em laboratórios didáticos. Essa escolha é pautada no argumento de que os alunos precisam adquirir uma maturidade intelectual antes de serem submetidos a atividades puramente investigativas.



Durante a execução dessas atividades o professor deve assumir um papel de orientador, verificar se todos os grupos entenderam o problema proposto e encaminhar os grupos no desenvolvimento das atividades. No entanto, nesse processo o professor deve ficar atento para não fornecer respostas e ao invés disso provocar discussões a respeito das dúvidas e questionamentos para que os alunos assumam um papel ativo na busca de respostas e explicações.

## Considerações Finais

Com base na análise dos dados, na qual, se baseando na organização dos trabalhos nas unidades temáticas e na revisão bibliográfica, pode-se ter um panorama dos estudos relacionados à temática de ensino investigativo e de atividades experimentais nos últimos 11 anos. Tal investigação possibilitou levantar aspectos sobre o tema como vantagens e dificuldades em ambos os níveis de ensino. Também ficou evidente algumas lacunas que existem acerca do estudo em nível superior, em vista da dificuldade de se encontrar trabalhos que façam a junção do ensino investigativo com a prática experimental. Isto leva a refletir sobre a estrutura dos currículos das disciplinas de física experimental e o seu papel na formação de futuros professores. A disciplina cursada durante a formação inicial, é capaz de auxiliar esse graduando posteriormente em sua prática profissional? Ou somente fica restrita aos requisitos da própria disciplina? O que fica evidente dos trabalhos analisados, é que existe material produzido em diversas linhas de pesquisa relacionadas com o Ensino Investigativo mas que pouco são utilizados por professores nos cursos de graduação ou nível básico. Isso leva a crer que formação inicial está totalmente ligada à forma com que os profissionais desenvolvem suas práticas experimentais.

Desse modo, essa investigação identificou como as atividades experimentais investigativas são abordadas em pesquisas científicas e evidenciou um quantitativo de produções acadêmicas no período definido, demonstrando que a temática tem sido trabalhada em todos os anos com exceção de apenas dois. Neste trabalho adotamos como meio de identificação os graus de liberdade do aluno perante as atividades práticas. As abordagens analisadas podem ser classificadas em trabalhos com caráter de grau II até caráter de grau V. Nos quais, os graus de liberdade dos alunos nas atividades são crescentes e cabe aos professores escolherem o tipo de abordagem que será condizente com o contexto de sua sala de aula e a maturidade intelectual de seus alunos.

## Agradecimentos e apoios

Agradeço à CAPES pelo apoio financeiro.

## Referências

ALVARENGA, F. G; MONICO, K. M. Uma sequência didática de dualidade onda-partícula para o ensino médio com foco em atividades investigativas. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 23, 2019, Salvador. **Anais**. Salvador: 2019.

AMBRÓZIO, R. M; COELHO, G. R. Ensino por investigação: apresentação de uma atividade didática de Termodinâmica. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 20, 2013. **Anais**. São Paulo: 2013.

ARAUJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades experimentais no ensino de Física: Diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 2, 2003.

AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por Investigação: Problematizando as Atividades em Sala de Aula. In: CARVALHO, A. M. P. **Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa a Prática**. 1ª Edição. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2004.

BAGGIO, G. H. C. et al. Investigando o pêndulo simples através de uma atividade experimental integrada à simulação computacional. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 21, 2015. **Anais**. Uberlândia: 2015.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011, 229 p. Disponível em: <https://ia802902.us.archive.org/8/items/bardin-laurence-analise-de-conteudo/bardin-laurence-analise-de-conteudo.pdf>. Acesso em 14 de novembro 2022.

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

BRASIL. **Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de Professores para a Educação Básica. Resolução CNE/CP N° 2, de 20 de dezembro de 2019**. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/dezembro-2019-pdf/135951-rcp002-19/file>. Acesso em 14 de novembro 2022.

CAMPOS, L. S; ATAÚJO, M. S. T. A modelagem matemática e a experimentação utilizadas como recursos para a construção do conhecimento em Física . In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 19, 2011, Manaus. **Anais**. Amazonas: 2011.

CARMO, A. B; CARVALHO A. M. P. Uma Sequência Didática Investigativa sobre Quantidade de Movimento e sua Conservação. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 20, 2013, São Paulo. **Anais**. São Paulo: 2019.

CARVALHO, A. M. P. As práticas experimentais no ensino de física. In: CARVALHO et al. **Coleção Ideias em Ação - Ensino de Física**. São Paulo: Cengage Learning, 2010. p. 53-78

CARVALHO, A. M. P. **Calor e temperatura**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014. p. 75-78.

CARVALHO, A. M. P. Ensino e aprendizagem de Ciências: referenciais teóricos e dados empíricos das sequências de ensino investigativas. In: LONGHINI, M. D. **O Uno e o Diverso na Educação**. 1ª. ed. Uberlândia: EDUFU, v. 1, 2011.

CARVALHO, A. M. P. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. **Ensino de Ciências por Investigação – Condições Para Implementação Em Sala de Aula**. 1ª. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

COSTA, A. F. M et al. Desafios experimentais: Uma motivação para o estudo de eletromagnetismo. In: ENCONTRO PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 15, 2014, Maresias. **Anais**. São Paulo: 2014.

FONSECA, M. et al. O laboratório virtual: uma atividade baseada em experimentos para o ensino de mecânica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 35, n. 4, p. 1- 10, Dec. 2013.

FRAIHA, S. et al. Atividades investigativas e o desenvolvimento de habilidades e competências: um relato de experiência no curso de Física da Universidade Federal do Pará. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 40, n. 4, 4403, 2018.

GARZILLO, M. W. et al. Um relato de uma Atividade Experimental, sobre força elástica aplicado pelas bolsistas do PIBID. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 20, 2013, São Paulo. **Anais**. São Paulo: 2013.

GIL-PÉREZ, D. et. al. Década de la Educación para un futuro sostenible (2005–2014): un necesario punto de inflexión en la atención a la situación del planeta. **Revista Iberoamericana de Educación**, Madrid, v. 40, p. 125–178, 2006.

HEIDEMANN, L. A.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Atividades experimentais com enfoque no processo de modelagem científica: Uma alternativa para a ressignificação das aulas de laboratório em cursos de graduação em física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 38, n. 1, 1504, 2016.

INOUE, M; SCARINCI, A. L. Os alunos, frente ao desafio de montar um motor elétrico. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 20, 2013, São Paulo. **Anais**. São Paulo: 2013.

JUBINI, R. F. et al. Proposta investigativa para o estudo dos movimentos utilizando um carro de ratoeira. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 16, 2016, Natal. **Anais**. Rio Grande do Norte: 2016

LIMA, A. C. et. al. O uso do experimento pêndulo simples e sistema massa-mola: Uma estratégia metodológica. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 23, 2019, Salvador. **Anais**. Bahia: 2019.

LIMA, K. P. O. C.; PEREIRA, P. A. C.; LIMA, J. P. C. Ensino de Ciências por investigação em Ciências Biológicas: revisão sistemática de literatura em artigos de periódicos nacionais classificados no Qualis. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, [S.I.], v. 12, n. 1, p. 1-34, 2021.

MARTINS, et. al. Aplicação experimental no Ensino Médio – Vela girante. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 19, 2011, Manaus. **Anais**. Amazonas: 2011.

MAXIMO-PEREIRA, M.; CUNHA, A. M. O professor que desenvolve o ensino de ciências por investigação: o que dizem as pesquisas? **Investigações em Ensino de Ciências (online)**, v.26, p.134-156, 2021.

MORAN, J. Metodologias ativas para uma aprendizagem profunda. In: MORAN, J.; BACICH, L (Org.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018.

OKOLI, C. **Guia Para Realizar uma Revisão Sistemática de Literatura**. Tradução de David Wesley Amado Duarte; Revisão técnica e introdução de João Mattar. *EaD em Foco*, v. 9, n. 1, p. 1–40, abr. 2019.

PARREIRA, J. E. Aplicação e avaliação de uma metodologia de aprendizagem ativa (tipo ISLE) em aulas de Mecânica, em cursos de Engenharia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 40, n. 1, 1401, 2018.

PORTO, S; AMANTES, A. Atividade investigativa virtual e material: As estratégias dos estudantes para resolver uma tarefa sobre pêndulo simples. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 18, 2020, REMOTO. **Anais**.

AMOS, T. C; VERTCHENKO, L. Uma abordagem experimental das propriedades dos corpos deformáveis no ensino de física geral para os cursos de engenharia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 33, n. 1, p. 01-09, mar. 2011.

ROCHA, R. F. et. al. Ensino por investigação aliado ao uso de experimentos no ensino de dilatação no ensino médio. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 23, 2019, Salvador. **Anais**. Bahia: 2019.

SANCHES, V. T. et al. Laboratório investigativo de eletricidade: Principais dificuldades dos estudantes. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 16, 2016, Natal. **Anais**. Rio Grande do Norte: 2016

SILVA, AUGUSTO G. et al. Experimentos virtuais de circuitos elétricos: possíveis abordagens em aulas de física. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 18, 2020, REMOTO. **Anais**.

SILVA, E. S; QUEIROZ, G. R. P. C. Pião rodando, por que não cai? Exemplo de um duelo com as concepções alternativas. In: ENCONTRO PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 15, 2014, Maresias. **Anais**. São Paulo: 2014.

SILVA, P; AMANTES, A. Atividade investigativa virtual e material: As estratégias dos estudantes para resolver uma tarefa sobre pêndulo simples. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 18, 2020, REMOTO. **Anais**.

SOUZA, S. F.; BOTELHO, V. S.; JÚNIOR, D. S. V. Ensino integrado de Física e Matemática através de atividades experimentais – Uma proposta interdisciplinar na formação de professores. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 17, 2018, Campos do Jordão. **Anais**. São Paulo: 2018

SOUZA, P.V.S.; DONANGELO, R. Velocidades média e instantânea no Ensino Médio: uma possível abordagem. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 34, n. 3, p. 1-6, 2012. TAMIR, P., GARCIA, M. P. Characteristics of laboratory exercises included in science textbooks in catalonia. *International Journal of Science Education*, [s. l.], v. 14, p. 381-392, 1992.

UENO-GUIMARÃES, M. H; SIMÕES, B. S. Como se chegar ao valor da aceleração da gravidade: Processo demonstrativo ou investigativo? In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 21, 2015. **Anais**. Uberlândia: 2015.

VERIDIANO, T. S et al. Ensino de física em uma perspectiva problematizadora. In: ENCONTRO PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 15, 2014, Maresias. **Anais**. São Paulo: 2014.