




OBJETOS DE APRENDIZAGEM DIGITAIS NO ENSINO DE CARGAS ELÉTRICAS: MEDIAÇÕES ENTRE O FENÔMENO E O CONCEITO CIENTÍFICO

DIGITAL LEARNING OBJECTS IN THE TEACHING OF ELECTRIC CHARGES: MEDIATIONS BETWEEN THE PHENOMENON AND THE SCIENTIFIC CONCEPT

OBJETOS DE APRENDIZAJE DIGITAL EN LA ENSEÑANZA DE CARGAS ELÉCTRICAS: MEDIACIONES ENTRE EL FENÓMENO Y EL CONCEPTO CIENTÍFICO

 <https://doi.org/10.56238/levv16n51-045>

Data de submissão: 15/07/2025

Data de publicação: 15/08/2025

Marcelo Gomes dos Santos

Professor de Física

Instituição: Secretária do Estado de Educação da Paraíba

E-mail: marcelofisicapb@gmail.com

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0751566531612961>

Janaína Guedes da Silva

Mestre em Ensino de Ciências e Educação Matemática

Instituição: Universidade Estadual da Paraíba

E-mail: janainafisica19@gmail.com

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0736444228918422>

Daniely Maria Oliveira da Silva

Mestre em Ensino de Ciências e Matemática

Instituição: Universidade Estadual da Paraíba

E-mail: danielyoliveiramota@gmail.com

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3746520638439073>

RESUMO

Este trabalho apresenta um relato de experiência sobre a aplicação de uma sequência de ensino voltada ao tema de cargas elétricas, realizada com uma turma do 3º ano do Ensino Médio. A sequência teve como eixo central a utilização de um simulador computacional da plataforma PhET, visando favorecer a compreensão dos conceitos físicos relacionados às interações entre cargas elétricas. Considerando que os estudantes pertencem a uma geração imersa em tecnologias digitais, o uso do simulador mostrou-se uma ferramenta didática eficaz para promover o engajamento e facilitar a visualização fenomenológica dos conceitos abordados. A análise da aplicação indicou que a simulação virtual potencializou a participação ativa dos estudantes e contribuiu para a aproximação entre o conteúdo científico e o contexto tecnológico vivenciado por eles.

Palavras-chave: Tecnologias Digitais. Relato de Experiência. Conceitos de Física. Carga Elétrica.

ABSTRACT

This paper presents an experience report on the implementation of a teaching sequence focused on the topic of electric charges, carried out with a third-year high school class. The central element of the sequence was the use of a computer-based simulator from the PhET platform, aiming to support the understanding of physical concepts related to charge interactions. Considering that students belong to a generation immersed in digital technologies, the simulator proved to be an effective educational tool to promote engagement and facilitate the phenomenological visualization of the concepts addressed. The analysis of the activity indicated that the virtual simulation enhanced students' active participation and contributed to bridging the gap between scientific content and the technological context they experience.

Keywords: Digital Technologies. Experience Report. Physics Concepts. Electric Charge.

RESUMEN

Este trabajo presenta un relato de experiencia sobre la aplicación de una secuencia de enseñanza centrada en el tema de las cargas eléctricas, realizada con un grupo de estudiantes de 3º año de Educación Secundaria. La secuencia tuvo como eje central el uso de un simulador computacional de la plataforma PhET, con el objetivo de favorecer la comprensión de los conceptos físicos relacionados con las interacciones entre cargas eléctricas. Considerando que los estudiantes pertenecen a una generación inmersa en tecnologías digitales, el uso del simulador se mostró como una herramienta didáctica eficaz para promover la participación y facilitar la visualización fenomenológica de los conceptos abordados. El análisis de la aplicación indicó que la simulación virtual potenció la participación activa de los estudiantes y contribuyó a la aproximación entre el contenido científico y el contexto tecnológico que ellos viven.

Palabras clave: Tecnologías Digitales. Relato de Experiencia. Conceptos de Física. Carga Eléctrica.

1 INTRODUÇÃO

As tecnologias digitais têm se tornado cada vez mais presentes no cotidiano da sociedade contemporânea, permeando desde atividades simples, como o uso de computadores, até a aplicação de softwares avançados, como as inteligências artificiais. Os jovens, pertencentes a essa chamada geração digital, integram essas tecnologias ao seu modo de viver, especialmente na forma de comunicação rápida e troca instantânea de informações. De acordo com Santaella (2004), essa geração demonstra preferência por experiências interativas imediatas ao utilizar recursos tecnológicos, o que impõe novos desafios e possibilidades ao processo de ensino e aprendizagem.

O ambiente educacional não poderia ficar alheio aos avanços tecnológicos que a sociedade vem sofrendo, e em se tratando do uso destas ferramentas no ambiente escolar, isso tem encorajado mudanças na maneira de pensar o ensino e a aprendizagem. A inserção do meio digital nas escolas, por exemplo, tem incentivado mudanças significativas na forma de conceber processos de ensino, ajudando na transposição dos conhecimentos produzidos de uma maneira muito mais dinâmica e contextualizada com a realidade da nova geração digital. Importante destacar, contudo, que mais do que apenas introduzir a internet como fonte de recursos, trata-se de atribuir sentido pedagógico ao uso dessas tecnologias, especialmente diante da ampla oferta de informações a que os estudantes estão expostos (Braga, 2015).

Embora o acesso à informação tenha se ampliado consideravelmente com a internet, essa abundância, por vezes, configura um obstáculo no contexto educacional. Miranda (2004) observa que, na área da educação, mesmo com a grande disponibilidade de materiais online, a tarefa de localizar conteúdos de qualidade pode tornar-se cansativa e pouco eficaz, devido à vasta quantidade de resultados obtidos em uma simples busca. A autora também ressalta que muitos desses recursos são apresentados em blocos fechados — como cursos completos —, o que limita sua adaptação a contextos específicos e às necessidades pontuais de diferentes realidades escolares.

Nesse cenário, surgem os chamados objetos de aprendizagem, com o propósito de facilitar a organização, a descrição, a busca e a reutilização de materiais educacionais digitais (Braga, 2015). Tais recursos podem ser utilizados de diversas maneiras no ambiente escolar; contudo, muitas vezes, seu uso ainda está restrito à repetição de conteúdos e à prática mecânica de exercícios. Autores como Lueg (2014) e Santos, Cruz e Pazzeto (2005) destacam que a simples presença das tecnologias nas escolas não é suficiente: é necessário que seu uso esteja ancorado na construção ativa do conhecimento. Ou seja, não basta "usar por usar"; é fundamental que a integração desses recursos esteja orientada por uma intencionalidade pedagógica clara.

A utilização de ferramentas digitais deve, portanto, proporcionar aos estudantes oportunidades para refletir sobre o processo que estão vivenciando, especialmente quando esse processo está relacionado à resolução de problemas com significados para eles. Dessa forma, o ensino-aprendizagem

torna-se mais contextualizado e significativo. Considerando esse cenário, buscamos compreender melhor como os objetos de aprendizagem, como os simuladores virtuais, podem se configurar como aliados no processo de ensino de Física, especialmente na mediação entre os fenômenos e suas explicações científicas abstratas e o engajamento dos estudantes na busca por sua compreensão.

Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo descrever o relato de experiência da aplicação de uma sequência de ensino sobre cargas elétricas, desenvolvida com uma turma do 3º ano do Ensino Médio, utilizando como ferramenta didática um simulador computacional da plataforma PhET.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 TECNOLOGIAS DIGITAIS E ENSINO: POSSIBILIDADES E DESAFIOS

A presença das tecnologias digitais no cotidiano escolar tem se intensificado, acompanhando as transformações da sociedade contemporânea. O acesso cada vez mais facilitado a computadores, smartphones e à internet, sobretudo entre os estudantes, transforma suas formas de aprender, interagir com o conhecimento e se relacionar com o mundo. Essa geração, muitas vezes identificada como “nativa digital”, valoriza a interatividade e a instantaneidade na comunicação, características apontadas por Santaella (2004) como centrais nas práticas culturais dos jovens. Assim, compreender a cultura digital é condição indispensável para planejar ações pedagógicas eficazes.

Nesse contexto, é fundamental que o uso de recursos tecnológicos no ensino vá além da simples incorporação de ferramentas como adornos metodológicos. Trata-se de repensar o processo educativo, ressignificando práticas pedagógicas a partir do novo papel das tecnologias na mediação do conhecimento (Braga, 2015). A integração significativa desses recursos exige reflexão sobre os objetivos de aprendizagem e a construção de estratégias que favoreçam a participação ativa dos estudantes. Quando mal planejadas, essas práticas podem se reduzir a momentos esporádicos, descolados do currículo e do processo formativo dos sujeitos.

Conforme Carvalho et al. (2018), o uso de tecnologias digitais demanda uma postura docente investigativa e criativa, que considere os saberes prévios dos alunos e que esteja aberta à experimentação de novos formatos de aula. Isso inclui o desenvolvimento de propostas que envolvam resolução de problemas, investigação e trabalho colaborativo — elementos que, segundo os autores, favorecem a aprendizagem em ambientes mediados por tecnologia. O simples uso de vídeos, animações ou simuladores como ilustrações expositivas, sem uma mediação pedagógica adequada, limita o potencial construtivo desses recursos.

Segundo Suzuki e Rampazzo (2009), a escola precisa diminuir a distância entre a vivência tecnológica dos estudantes e os processos escolares de aprendizagem. O desafio está em reconhecer as competências já desenvolvidas pelos alunos em seu cotidiano digital e ressignificá-las em contextos

educacionais. Para Vickery (2016), isso significa criar ambientes de aprendizagem interativos, flexíveis e personalizados, em que o estudante possa assumir um papel ativo na construção do conhecimento. Tais ambientes promovem não apenas o domínio de conteúdos, mas também o desenvolvimento de habilidades como autonomia, criticidade e cooperação.

Costa (2007) reforça que o uso das tecnologias digitais deve estar carregado de significados, articulado a propostas pedagógicas que despertem a curiosidade, o interesse e a reflexão. Isso requer intencionalidade pedagógica e atenção à diversidade dos contextos escolares. Em vez de homogeneizar práticas, as tecnologias digitais devem contribuir para a personalização da aprendizagem, respeitando diferentes ritmos e estilos cognitivos.

Além disso, Tavares et al. (2015) destacam que os dispositivos móveis — como tablets e smartphones — representam novas possibilidades educacionais, inclusive em espaços não formais de aprendizagem. Seu uso, no entanto, exige intencionalidade pedagógica e critérios claros. Como afirmam Pedro (2020) e Valente (2015), não se trata apenas de usar tecnologia por si mesma, mas de incorporá-la de forma crítica e criativa ao planejamento das ações educativas, respeitando as finalidades do ensino.

2.2 SIMULADORES COMPUTACIONAIS NO ENSINO DE FÍSICA

No ensino de Física, as tecnologias digitais oferecem oportunidades singulares, uma vez que muitos fenômenos físicos envolvem escalas de tempo, espaço ou abstração que dificultam sua observação direta. Nesse sentido, os simuladores computacionais destacam-se por sua capacidade de representar, de forma interativa e visual, conceitos e processos complexos. Eles permitem aos estudantes manipular variáveis, testar hipóteses e observar o comportamento de sistemas físicos em tempo real — o que potencializa a aprendizagem significativa.

De acordo com Medeiros e Medeiros (2002), os simuladores, quando integrados a sequências didáticas bem estruturadas, promovem a construção ativa do conhecimento, pois estimulam o raciocínio, a observação e a análise crítica. Esses ambientes virtuais de experimentação podem funcionar como laboratórios acessíveis, especialmente em contextos escolares onde os recursos materiais são escassos ou inexistentes. Já Santos, Cruz e Pazzeto (2005) observam que os simuladores favorecem a aprendizagem por meio da visualização de fenômenos abstratos e do engajamento dos estudantes em situações-problema.

Entretanto, Arantes, Miranda e Studart (2010) alertam que, muitas vezes, o uso de simuladores nas aulas de Física ainda se limita a ilustrações rápidas em exposições teóricas, restringindo o protagonismo do estudante. Para esses autores, é necessário promover um uso mais investigativo das simulações, em que os alunos possam explorar, levantar hipóteses, testar e construir argumentos com

base em dados. Isso demanda roteiros estruturados que orientem a atividade, mas que também abram espaço para a autonomia do aprendiz.

Leão e Souto (2015) argumentam que os objetos de aprendizagem — como os simuladores computacionais — têm grande valor pedagógico, pois permitem representações acessíveis de fenômenos invisíveis a olho nu ou de difícil reprodução em laboratório. Por exemplo, conceitos como força elétrica, campo eletromagnético ou distribuição de carga podem ser explorados de modo dinâmico e visual. Além disso, conforme Sá Filho e Machado (2004), esses objetos são reutilizáveis, adaptáveis e acessíveis, o que amplia suas possibilidades de aplicação em diferentes níveis e realidades escolares.

Dentre as plataformas disponíveis, o *PhET Interactive Simulations*, desenvolvido pela Universidade do Colorado, destaca-se como uma ferramenta gratuita, acessível online, com interface intuitiva e fundamentação científica. Suas simulações cobrem diversos temas da Física e de outras ciências, e permitem ajustes em parâmetros como tensão, resistência, carga elétrica e intensidade de campo, proporcionando aos estudantes um ambiente de exploração rica e segura.

Quando integrada a sequências de ensino investigativas, como apontado por Arantes, Miranda e Studart (2010), a plataforma PhET possibilita que os estudantes deixem de ser meros receptores passivos para se tornarem agentes do próprio processo de aprendizagem. O uso de roteiros orientadores e de estratégias que promovam a discussão coletiva, a argumentação e a resolução de problemas amplia ainda mais o potencial formativo desses recursos.

Assim, os simuladores computacionais — e, em especial, os da plataforma PhET — representam uma poderosa ferramenta pedagógica para o ensino de Física, desde que utilizados com intencionalidade, planejamento e mediação docente qualificada.

3 METODOLOGIA

A proposta de ensino foi desenvolvida com estudantes da 3ª série do Ensino Médio de uma Escola Estadual Cidadã Integral localizada no estado da Paraíba. O conteúdo abordado foi o tema de carga elétrica, escolhido por sua importância tanto para a compreensão de tópicos subsequentes em eletricidade quanto por sua aplicabilidade na resolução de problemas do cotidiano, consolidando-se como um conhecimento essencial na formação científica dos estudantes.

A sequência de ensino foi implementada ao longo de seis aulas, com duração de 50 minutos cada. Ela foi organizada em etapas estruturadas, nas quais o desenvolvimento dos conteúdos foi mediado por questionamentos e situações-problema, com o objetivo de estimular a reflexão e o protagonismo dos estudantes no processo de ensino-aprendizagem.

Durante o percurso, foram utilizados computadores, simuladores virtuais da plataforma PhET e materiais de baixo custo. Na primeira etapa, buscou-se contextualizar o tema e introduzir os conceitos

fundamentais de carga elétrica, por meio do simulador Travoltagem. Na etapa seguinte, foi utilizado o experimento Lei de Coulomb, com o intuito de explorar as interações entre cargas — atração e repulsão — e a representação da força elétrica em termos de módulo.

Os problemas foram apresentados em forma de indagações, com o propósito de provocar a análise e a discussão coletiva. No Quadro 1, a seguir, são detalhadas as etapas da sequência e as respectivas atividades utilizadas. Com a aplicação da proposta, foi possível refletir sobre o potencial dos objetos de aprendizagem, especialmente os simuladores interativos, como ferramentas mediadoras na construção de conceitos de Física, com ênfase em carga elétrica.

Quadro 01 – Etapas, atividades desenvolvidas e materiais utilizados na sequência de ensino.

Momentos	Atividades	Materiais	Nº Aulas
1º momento: Início da proposta, através da exposição dos tipos de eletrização.	Contextualizando e problematizando: Introdução ao conceito de carga elétrica, tipos de eletrização e a série tribo elétrica	Materiais: Quadro branco, Caneta Materiais: Pente, Pedacos de papel e vidro etc.	2 aulas
2º momento: experimento virtual – Travoltagem	Problematizando e investigando: explorando a simulação <i>Jhon Travoltagem</i> do simulador PhET – https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/john-travoltage	Material: Computadores, Simulador PhET (John Travoltagem).	2 aulas
3º momento: conhecendo a Lei de Coulomb.	Problematizando e investigando: explorando o a simulação Lei de Coulomb - https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/coulombs-law	Materiais: Simulador PhET (Lei de Coulomb).	2 aulas

Fonte: Elaborado pelos autores.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise ocorreu com objetivo de compartilhar uma experiência de aplicação, onde buscamos verificar as contribuições dos objetos de aprendizagem para o ensino de física, na compreensão de cargas elétricas.

4.1 1º MOMENTO – TIPOS DE ELETRIZAÇÃO

Neste momento inicial, a turma foi organizada em pequenos grupos com o objetivo de favorecer a cooperação entre os estudantes ao longo do desenvolvimento das atividades. A constituição dos grupos visou não apenas facilitar o auxílio mútuo diante de eventuais dificuldades — especialmente no manuseio do simulador virtual que seria utilizado nas aulas seguintes —, mas, sobretudo, estimular o desenvolvimento de habilidades essenciais como a comunicação, a escuta ativa, a resolução conjunta de problemas e a construção coletiva do conhecimento, aspectos fundamentais no processo de aprendizagem.

Inicialmente, a aula foi conduzida de forma expositiva e dialogada, com o intuito de introduzir o tema das **cargas elétricas** a partir de situações do cotidiano próximas à realidade dos estudantes. Foram discutidas perguntas como: *Por que o cabelo arrepia ao tirar uma blusa de lã? Por que um balão gruda na parede depois de ser esfregado na roupa?* A partir dessas situações, buscou-se construir coletivamente o entendimento sobre os processos de eletrização, abordando como um corpo pode adquirir carga elétrica, bem como os diferentes tipos de eletrização: por atrito, contato e indução.

Em seguida, foi apresentada a **série tribo elétrica**, com explicações e exemplos, destacando a tendência que certos materiais possuem de perder ou ganhar elétrons quando atritados entre si. Esse conceito foi essencial para a compreensão dos experimentos que seriam realizados na sequência.

Para tornar os fenômenos mais concretos, realizou-se uma breve atividade experimental demonstrativa. Sobre uma mesa, foram dispostos materiais simples e acessíveis, como um cano de PVC, um pente de cabelo, pedaços de papel, uma pipeta de vidro e um balão de aniversário. O professor iniciou a demonstração atritando o pente no próprio cabelo e, em seguida, aproximando-o dos pedaços de papel, que foram atraídos e aderiram ao pente. Em um segundo momento, os estudantes foram convidados a repetir o procedimento com os demais materiais, observando os efeitos obtidos.

Durante a realização da atividade, o professor promoveu momentos de problematização por meio de perguntas abertas, visando estimular a participação dos estudantes e provocar reflexões conceituais do que acabará de ser explorado. Um dos questionamentos iniciais foi: *“O que seria uma carga elétrica?”* Diante da pergunta, surgiram respostas como: *“a energia de casa”* (Estudante 3) e *“quando um objeto atrai outro”* (Estudante 8). A partir dessas respostas, buscou-se conduzir o grupo à compreensão de como as cargas elétricas se manifestam, sem desconsiderar as ideias prévias dos estudantes. Questionamentos desse tipo favorecem um debate rico e produtivo, mas exigem do professor uma escuta atenta, a fim de evitar consolidações equivocadas de conceitos fundamentais.

Em seguida, foi proposta a pergunta: *“Por que os corpos se repelem ou se atraem nesses fenômenos?”*, ao que um estudante respondeu: *“porque estão com cargas diferentes”* (Estudante 11). Esse momento foi importante para verificar se os estudantes estavam compreendendo as condições envolvidas no processo de eletrização, especialmente em relação às interações entre cargas opostas ou semelhantes.

Por fim, buscou-se promover uma conexão entre o conteúdo abordado e o cotidiano dos estudantes. A questão *“Você consegue visualizar a utilização de cargas elétricas no seu dia a dia?”* gerou respostas como: *“na energia”* (Estudante 15) e *“quando a geladeira está funcionando”* (Estudante 20). Com esse tipo de abordagem, pretendeu-se favorecer a atribuição de sentido ao conteúdo trabalhado, aproximando o conhecimento científico das vivências cotidianas dos estudantes e fortalecendo a aprendizagem significativa.

As respostas fornecidas pelos estudantes durante os momentos de problematização revelaram aproximações iniciais com o tema, mas também evidenciaram certa imprecisão conceitual, como nas associações entre carga elétrica e energia elétrica, ou na identificação da eletrização apenas como um fenômeno de atração entre objetos. Tais respostas indicam que, mesmo após o momento de contextualização e das primeiras explicações teóricas, os conceitos ainda não estavam completamente consolidados. Isso reforça a importância de se ampliar e qualificar a discussão ao longo da sequência, promovendo novas situações de confronto entre as concepções espontâneas dos estudantes e os modelos explicativos da ciência. A escuta atenta do professor e a retomada contínua de conceitos se mostram, nesse contexto, estratégias fundamentais para o amadurecimento das ideias, uma vez que a aprendizagem conceitual em Ciências, como aponta Mortimer e Scott (2002), ocorre em espiral, exigindo múltiplas oportunidades de reelaboração e ressignificação dos saberes.

4.2 2º MOMENTO - COMPREENDENDO O EXPERIMENTO “*JOHN TRAVOLTAGEM*”

Na continuidade da sequência didática, os estudantes permaneceram organizados nos mesmos grupos formados na primeira aula e foram encaminhados ao laboratório de informática da escola. Cada grupo foi orientado a acessar a plataforma PhET e selecionar o simulador “*John Travoltagem*”. A proposta, neste momento, consistia em retomar os conceitos já discutidos em sala de aula sobre carga elétrica e eletrização, proporcionando aos estudantes uma nova forma de interação com o conteúdo, agora mediada por um modelo computacional.

A utilização do simulador teve como objetivo principal favorecer a visualização de um processo físico de natureza abstrata — a transferência de cargas entre corpos — por meio de uma representação interativa e acessível. Ao serem instigados com a pergunta “*O que está acontecendo com o experimento?*”, os estudantes começaram a elaborar interpretações. Um deles respondeu: “*O bonequinho tá dançando*” (Estudante 13), ao passo que outro observou: “*Acho que está aquilo da aula passada: carga saindo de um canto*” (Estudante 1). Tais respostas, embora coloquiais, evidenciam que os estudantes foram capazes de estabelecer conexões entre o conteúdo previamente trabalhado e a simulação digital apresentada. Isso sugere que o uso da ferramenta contribuiu para a consolidação do conhecimento, possibilitando a retomada de ideias discutidas anteriormente de forma mais concreta e visual.

Na sequência, os estudantes foram provocados a refletir sobre a pertinência do experimento em relação ao conteúdo trabalhado: “*Qual a relação do experimento virtual com o assunto que estamos vendo em aula?*”. As respostas foram diretas: “*É sobre as cargas*” (Estudante 17) e “*É sobre cargas elétricas*” (Estudante 20), revelando que, embora tenham reconhecido o tema central, ainda apresentaram certa limitação na articulação conceitual. Isso indica a necessidade de aprofundamento

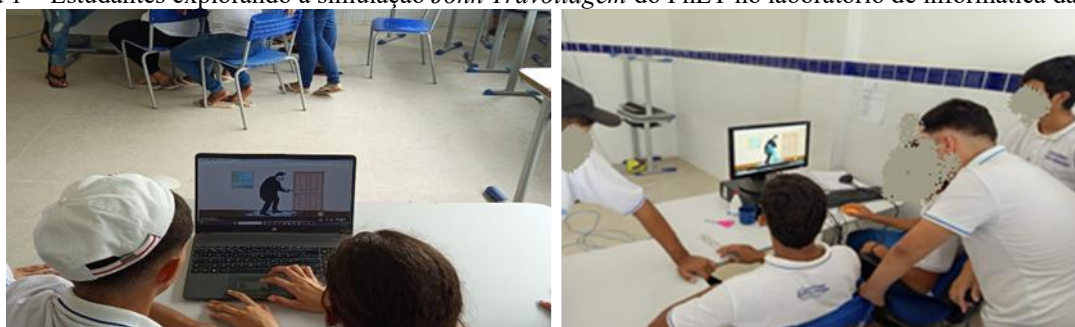
da discussão, reforçando que a simulação, embora útil, demanda mediação contínua para garantir a compreensão mais elaborada dos conceitos envolvidos.

Outro questionamento proposto foi: “*O mesmo fenômeno que acontece com John pode acontecer no cotidiano?*”. Um dos estudantes respondeu: “*Não acontece, às vezes quando coloco uma roupa dá tipo, um choque pequeno*” (Estudante 23), enquanto outro complementou: “*Acho que é isso que o professor perguntou*” (Estudante 25). Com essa pergunta, pretendia-se promover a identificação de situações cotidianas associadas à eletrização, como os choques eletrostáticos frequentes em dias secos ou ao vestir roupas de lã. No entanto, as falas dos estudantes sugerem que a conexão com fenômenos do cotidiano ainda é incipiente, o que reforça a importância de explorar mais profundamente tais analogias para garantir a construção significativa do conhecimento.

Durante a atividade, os estudantes se revezaram no manuseio dos computadores, uma vez que o número de equipamentos disponíveis era reduzido. Ainda assim, a dinâmica em grupo favoreceu a cooperação e a discussão coletiva sobre os fenômenos observados, ampliando as possibilidades de construção significativa do conhecimento.

A Figura 1, a seguir, traz registros que ilustram momentos da atividade no laboratório de informática, nos quais os estudantes, organizados em grupos, interagem com o simulador *John Travoltagem*. As fotografias evidenciam o engajamento dos discentes durante a realização da simulação, destacando o potencial das tecnologias digitais na promoção da aprendizagem de conceitos abstratos como a eletrização. Observa-se, também, a participação ativa dos estudantes na exploração do experimento, a colaboração entre os pares e o uso do recurso como suporte visual e conceitual à compreensão dos fenômenos físicos.

Figura 1 – Estudantes explorando a simulação *John Travoltagem* do PhET no laboratório de informática da escola.



Fonte: Imagem dos autores.

4.3 3º MOMENTO – LEI DE COULOMB

Para este momento, os estudantes foram novamente levados ao laboratório de informática, divididos em grupos, e foi solicitado que acessassem o simulador virtual *PhET*, no experimento “Lei de Coulomb”. A seguir, na Figura 2, trazemos registros dos momentos de interação dos estudantes com o simulador “Lei de Coulomb” no laboratório de informática.

Figura 2 – Estudantes explorando a simulação Lei de Coulomb do simulador PhET, no laboratório de informática da escola



Fonte: Imagem dos autores.

Após esse primeiro comando, iniciamos a atividade com alguns questionamentos: **“O que o simulador faz?”**. Uma estudante respondeu *“calcula alguma coisa.”* (Estudante 3), outro disse: *“faz cálculos.”* (Estudante 7). Com esse questionamento, buscamos incentivar os estudantes a explorar o funcionamento do simulador, compreendendo que ele vai além de uma animação, possibilitando visualizar e quantificar interações entre cargas elétricas. Outro questionamento foi: **“Quais são as variáveis envolvidas no simulador?”** Uma das respostas foi: *“força, um ‘K’ e cargas.”* (Estudante 10). Questionou-se também: **“O que o simulador calcula?”**. Algumas respostas: *“força?”* (Estudante 11) e *“força entre as cargas.”* (Estudante 16).

As respostas demonstram que os estudantes conseguiram reconhecer algumas variáveis importantes no fenômeno estudado, como a força elétrica, o valor das cargas e a constante eletrostática (K). Inicialmente, perceberam que o simulador serve para calcular a força de interação entre cargas elétricas. No entanto, ao propor um novo questionamento — sobre o que ocorre com a força quando se duplica a distância entre as cargas —, foi possível observar uma dificuldade por parte dos estudantes em relacionar essa mudança com a equação matemática correspondente. A abstração envolvida na ideia de proporcionalidade inversa ao quadrado da distância ainda se mostrou um obstáculo.

A utilização de simuladores digitais, como os da plataforma *PhET*, se mostrou uma ferramenta relevante no ensino de conceitos abstratos como a Lei de Coulomb, pois permite aos estudantes visualizarem, por meio de modelos interativos, as forças entre cargas e as variações causadas por diferentes parâmetros. No entanto, cabe ressaltar que a simples utilização de recursos tecnológicos não garante, por si só, a aprendizagem. É necessário que sua inserção esteja vinculada a uma proposta pedagógica intencional, que envolva o estudante em processos de investigação, descoberta e construção do conhecimento.

Muitas vezes, o uso de recursos tecnológicos no ensino de Física ainda ocorre de forma superficial ou descontextualizada, funcionando apenas como ilustração do conteúdo. Quando isso acontece, a tecnologia corre o risco de ser reduzida a uma alegoria pedagógica, perdendo sua potência como ferramenta de mediação da aprendizagem.

Outro aspecto importante a ser considerado é que, ao propor atividades investigativas com o apoio de tecnologias, o professor deve estar preparado para lidar com respostas inesperadas ou caminhos não previstos. O surgimento de dúvidas e desvios do planejamento inicial fazem parte do processo formativo e devem ser acolhidos com flexibilidade, sem que o docente perca de vista os objetivos da aula. Nesse contexto, mais do que “dar aula”, é necessário que o professor se prepare para vivenciar o momento da aula, respondendo às demandas que emergem do próprio processo educativo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As tecnologias digitais, estão cada dia mais presentes na sociedade contemporânea, diante deste pressuposto, o meio educacional não pode ficar alheio aos desenvolvimentos tecnológicos, é necessário que o ambiente educacional também usufrua destas ferramentas, em busca de melhoria para o processo de ensino-aprendizagem dos estudantes. Corroborando com este pensamento, este trabalho foi desenvolvido com o intuito de relatar uma proposta de ensino utilizando os objetos de aprendizagem para o entendimento do conceito de carga elétrica.

Neste sentido, elaboramos e aplicamos uma proposta de ensino pautada no uso de objetos de aprendizagem. Durante sua aplicação, observamos que esses recursos favorecem a participação ativa dos estudantes, ao mesmo tempo em que estreitam sua relação com as tecnologias digitais, sobretudo na exploração de experimentos virtuais. Um aspecto positivo a destacar é que, ao possibilitar a visualização do fenômeno por meio de simulações, elimina-se o risco de acidentes que poderiam ocorrer no manuseio de experimentos reais. Além disso, as simulações se mostraram especialmente valiosas em contextos nos quais a escola não dispõe de infraestrutura laboratorial adequada, permitindo que os estudantes acessem representações de fenômenos que, de outro modo, não poderiam ser observados. Comparada às aulas convencionais, essa abordagem demonstrou promover maior engajamento dos estudantes nas atividades propostas.

A respeito da contribuição da proposta de ensino com a utilização de objetos de aprendizagem, especialmente simuladores virtuais, observamos indícios positivos quanto ao envolvimento dos estudantes nas atividades. À medida que a proposta se desenvolvia, os estudantes demonstraram maior participação e interesse, engajando-se com mais autonomia na exploração dos conceitos de cargas elétricas. O uso do simulador contribuiu significativamente para tornar visíveis fenômenos abstratos, favorecendo a mediação entre os conteúdos científicos e a experiência do estudante. Além disso, essa abordagem proporcionou aos estudantes a possibilidade de experimentar situações que, por limitações de infraestrutura, não poderiam ser reproduzidas fisicamente no laboratório escolar.

Um ponto a ser considerado refere-se à limitação no número de computadores disponíveis, o que exigiu a formação de grupos e, em alguns casos, dificultou que todos os estudantes visualizassem plenamente os fenômenos simulados. Nesse sentido, ressalta-se que a experiência seria ainda mais

enriquecedora se cada estudante pudesse interagir individualmente com o simulador, explorando todas as suas potencialidades.

Diante dos resultados observados, reafirma-se a importância de ampliar o uso de tecnologias digitais no ensino de Física. Simuladores computacionais, recursos digitais interativos e até ferramentas baseadas em inteligência artificial podem contribuir significativamente para a aproximação dos estudantes com a ciência contemporânea, favorecendo uma aprendizagem mais ativa, investigativa e conectada com os modos atuais de produção do conhecimento científico.



REFERÊNCIAS

- 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, 2010.
- BRAGA, J. (Org.). Objetos de Aprendizagem Volume 1: introdução e fundamentos. Santo André: UFABC, 2015. 157 p.
- CARVALHO, A. M. P. de; LIMA, M. E. C.; SOARES, M. H. F. B. de. O uso de mídias digitais no ensino de ciências: experiências e reflexões. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2018.
- COSTA, F. A. O Currículo e o Digital. Onde está o elo mais fraco? [Edição em CDRom]. Actas da V Conferência Internacional de Tecnologias de Informação e Comunicação na Educação, Challenges 2007. Braga: Centro de Competência da Universidade do Minho. 274-284. (2007)
- LEÃO, M. F.; SOUTO, D. L. P. Objetos educacionais digitais para o ensino de física. Revista Tecnologias na Educação – Ano 7 - número 13 – Dezembro 2015. Disponível em: <http://tecnologiasnaeducacao.pro.br/> . Acesso em 06 ago. de 2025.
- LUEG, C. F. Competencia digital docente: desempeños didácticos en la formación inicial del profesorado. Revista Científica de Educación y Comunicación. Educom: Cádiz-Espanha, nov., 2014, p. 55-71.
- MEDEIROS, A; MEDEIROS C.F. Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino de física. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 24, n.2, p. 77-86, 2002.
- MIRANDA, R. M. GROA: um gerenciador de repositórios de objetos de aprendizagem, 2004. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/4120>. Acesso em 13/09/2020.
- MORTIMER, E. F.; SCOTT, Philip H. Ensinar ciências: a proposta de construção orientada do conhecimento. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2002.
- PEDRO, K. M. Estudo comparativo entre nativos digitais sem e com precocidade e comportamento dotado. (Doutorado em Educação) - Faculdade de Filosofia e Ciências, Unesp/Marília, 2016. Disponível em: <http://repositorio.unesp.br/handle/11449/143469>. Acesso em: 01 jun. 2020.
- SÁ FILHO, C. S.; MACHADO, E. de C. O computador como agente transformador da educação e o papel do Objeto de Aprendizagem. 2004. Disponível em: <<http://www.universia.com.br/matéria/materia.jsp?materia=5939>>. Acesso em: 19 agost 2020.
- SANTAELLA, L. Navegar no ciberespaço: o perfil cognitivo do leitor imersivo. São Paulo: Editora Paulus, 2004.
- SANTOS, E. de F. G.; CRUZ, D. M. e PAZZETTO, V. T. Ambiente Educacional Rico em Tecnologia: A Busca do Sentido. Associação Brasileira de Educação a Distância. 2005.
- SUZUKI, J. T. F.; RAMPAZZO, S. R. R. Tecnologias em Educação. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2009.
- TAVARES, R.; OLIVEIRA, D.; LARANGEIRO, D.; ALMEIDA, M. Universal Design for Learning: potencial de aplicação no Ensino Superior com alunos com NEE e por recurso a tecnologias mobile. Revista EFT: Educação, Formação & Tecnologia, n. 8, 2015.



VALENTE, J. A. Prefácio. In: BACICH, L.; NETO, A. T.; TREVISANI, F. M. (Orgs.) Ensino Híbrido: personalização e tecnologia na educação. Porto Alegre: Penso, 2015. p. 13-20.

VICKERY, A. Criando uma cultura da indagação. In: VICKERY, A. et al. Aprendizagem ativa nos anos iniciais do ensino fundamental. Porto Alegre: Penso, 2016. p. 43-66.