

Conceitos de Física Moderna como uma contribuição para a Alfabetização Científica no Ensino Básico

Concepts of Modern Physics as a contribution to Scientific Literacy in Basic Education

Conceptos de la Física Moderna como aporte a la Alfabetización Científica en la Educación Básica

Recebido: 24/11/2022 | Revisado: 18/12/2022 | Aceitado: 20/12/2022 | Publicado: 23/12/2022

Dinayana O. Lima

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9163-5703>
Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Brasil
E-mail: di.olima@unifesspa.edu.br

Alexsandro R. M. Rebelo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7542-5028>
Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Brasil
E-mail: alexsandrorricardo@unifesspa.edu.br

Maria L. das Chagas

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5102-0154>
Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Brasil
E-mail: liduina@unifesspa.edu.br

Andréa de L. F. Novais

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0573-288X>
Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Brasil
E-mail: andreanovais@unifesspa.edu.br

Thiago R. S. Moura

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8981-979X>
Universidade Federal do Pará, Brasil
E-mail: trsmoura@yahoo.com.br

Glaura C. A. de Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7560-2386>
Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Brasil
E-mail: gcaroena@unifesspa.edu.br

Resumo

Este trabalho aborda os desafios, métodos e resultados de um projeto de extensão realizado no período da pandemia do Covid-19. O projeto de extensão teve como objetivo apresentar, no formato de minicursos, conceitos e experimentos de baixo custo sobre o Efeito Fotoelétrico, Semicondutores e Espectros Atômicos. Estes conteúdos fazem parte da Física Moderna. Inicialmente foi realizada a discussão e a construção dos temas. Este primeiro passo foi executado para viabilizar a difusão e promoção da alfabetização científica para os alunos. Para alcançar os objetivos da difusão e alfabetização científica, estudantes do curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará ministraram os minicursos, alcançando um público de 185 estudantes. Este público era composto por estudantes de quatro turmas de duas escolas do ensino básico da cidade de Marabá no estado do Pará. Neste trabalho são reportados os resultados.

Palavras-chave: Ensino; Pandemia; Física; Minicursos; Alfabetização científica.

Abstract

This work addresses the challenges, methods and results of an extension project occurred during the Covid-19 pandemic. The project aimed to present Photoelectric Effect, Semiconductors and Atomic Spectra concepts, and low-cost experiments. All in a format of short courses. These contents are Modern Physics. Initially, the discussion and construction of themes was held. This first step was performed to facilitate the dissemination and promotion of scientific literacy for students. In order to achieve the objectives of dissemination and scientific literacy, students of the Degree in Physics at the Federal University of Southern and Southeastern Pará taught mini-courses, reaching an audience of 185 students. This audience consisted of students from four classes of two primary schools at Marabá city of the Pará state. In this work the results are reported.

Keywords: Teaching; Pandemic; Physics; Mini-courses; Scientific literacy.

Resumen

Este trabajo aborda los desafíos, métodos y resultados de un proyecto de extensión llevado a cabo durante la pandemia del Covid-19. El proyecto de extensión tuvo como objetivo presentar, en formato de cursos cortos, conceptos y experimentos de bajo costo sobre el Efecto Fotoelétrico, Semicondutores y Espectros Atómicos. Estos contenidos

formam parte de la Física Moderna. Inicialmente se realizó la discusión y construcción de temas. Este primer paso se llevó a cabo para facilitar la difusión y promoción de la alfabetización científica de los estudiantes. Para alcanzar los objetivos de divulgación y alfabetización científica, alumnos de la Licenciatura en Física de la Universidad Federal del Sur y Sudeste de Pará impartieron minicursos, alcanzando una audiencia de 185 alumnos. Esta audiencia estuvo compuesta por estudiantes de cuatro clases de dos escuelas primarias de la ciudad de Marabá en el estado de Pará. En este trabajo se reportan los resultados.

Palabras clave: Enseñanza; Pandemia; Física; Cursos cortos; Alfabetización científica.

1. Introdução

A rápida circulação de informações, as várias aplicações tecnológicas e os conhecimentos científicos associados são desafios contemporâneos, e tudo isso, de alguma forma, impacta diretamente na educação escolar. É crucial que todos esses conhecimentos estejam relacionados com o cotidiano e o meio social. Portanto, o educador tem o papel desafiador de promover o acesso ao conhecimento científico e tecnológico, guiando o aluno à compreensão do mundo contemporâneo, promovendo sua inclusão na sociedade (Delizoicov, et al., 2002; Linsingen, 2007; Rodrigues, 2019).

É importante ressaltar que o desenvolvimento científico e tecnológico é um processo social, construído gradativamente ao longo dos anos, e que é dependente da produção humana. Esse não é um processo neutro e livre de ideologias, e as mudanças científicas e tecnológicas podem causar impactos positivos e negativos na sociedade (Argo, 2001; Rodrigues, 2019).

Dentro do contexto da educação científica no nível básico, é necessário desenvolver a capacidade de aplicar conhecimentos e ferramentas de análise com o intuito de interpretar fenômenos simples, e solucionar problemas práticos no cotidiano, assim como correlacionar conhecimentos e métodos próprios da Física e de outros campos para análise e interpretação de fenômenos mais complexos (Delizoicov, et al., 2002). Dessa forma, é importante que a ação do professor siga na direção de construir entendimento sobre processos de produção do conhecimento e conceitos científicos e tecnológicos, saindo da esfera do senso comum, introduzindo conhecimento científico e facilitando o processo de apropriação crítica por parte desses alunos, estimulando-os a uma leitura crítica sobre o que os cercam (Freire, 2009; Delizoicov & Muechen, 2014; Rodrigues, 2019; Ribeiro & Melo, 2019).

Dentro das competências em Física dos Parâmetros Curriculares Nacional (PCN) (MEC, 1997) no ensino médio, os conceitos centrais selecionados na área de fenômenos de natureza física abrangem as áreas de mecânica, termologia, ótica e eletromagnetismo. Esses conhecimentos devem ser trabalhados como instrumentos para compreensão do mundo, assim como nas formas de pensar e agir.

Compreender e interpretar os fenômenos presentes no cotidiano também exige um conhecimento científico da física do século XX, a Física Moderna. No contexto do ensino básico, o professor ainda tem muitas dificuldades em ensinar a física moderna, com erros conceituais, falta de uma abordagem metodológica adequada para o tema, e ausência de aulas experimentais. Além disso, essa parte da física ainda é vista como algo muito abstrato tanto pelo professor, quanto pelo aluno (Da Silva & Pinheiro, 2020; Brockington & Pietrocola, 2016). A realidade é que os estudantes não tem acesso a conceitos mais complexos e princípios que norteiam a física moderna e conheceriam somente no ensino superior, isso se estudarem na área, caso contrário, passam pela vida sem esse tipo de conhecimento (INCT-CPCT, 2021; Gonçalves, et al., 2022).

É bem estudado e documentado na literatura o ensino investigativo com a abordagem de atividades que estão relacionadas ao cotidiano, e também centralizadas no estudante como aprendiz. Com base nisso, é necessário que o estudante aprenda conceitos técnicos científicos, mas também compreenda como esses foram construídos e justificados, e a relações entre eles com o mundo ao seu redor, e a sociedade que o cerca, possibilitando expressar opinião sobre assuntos científicos, desenvolvendo a alfabetização científica (AC) (Delizoicov & Muechen, 2014; Magoga & Muenchen, 2020; Delizoicov, et al., 2002; Angotti, 1990; Batista, et al., 2018).

A alfabetização científica está inserida no PCN e na BNCC (Base Nacional Comum Curricular), e apesar de todas as discussões, debates e investigações sobre o tema, ainda existem muitos estudos e pesquisas na área com o desafio de desenvolver metodologias que promovam o pensamento crítico e estímulo de alfabetização científica em anos iniciais ou finais do Ensino Básico (Silva & Fusinato, 2022; Vilela & Selles, 2020; Rodrigues, et al., 2020; Mori & Marques, 2020; Freitas & Errobidart, 2021; Silva & Sasseron, 2021; Dantas & Deccache-Maia, 2020).

Segundo o resultado da pesquisa realizada (INCT-CPCT, 2021) acerca do que jovens pensam sobre ciência e tecnologia constatou-se que muitos jovens demonstram ter uma visão muito positiva da ciência e dos serviços que ela presta para a sociedade, por outro lado, existe um desconhecimento muito grande sobre conceitos básicos de ciência e sobre como a ciência e a tecnologia são produzidas no Brasil, além do pouco conhecimento, a desinformação é muito alta. Essa pesquisa indica que é necessário um trabalho urgente de comunicação sobre ciência no Brasil, assim como um trabalho de alfabetização científica no Ensino Básico.

Esse artigo foi construído com base num projeto de extensão executado por dois bolsistas, por meios de minicursos com temas relacionados aos conceitos de Efeito Fotoelétrico, Semicondutores e Espectros Atômicos, dentro do contexto da Física Contemporânea. O projeto foi desenvolvido em duas escolas do ensino básico da cidade de Marabá no estado do Pará, com o objetivo de incentivar a curiosidade dos alunos sobre os temas abordados, auxiliando-os a refletir, discutir e construir o entendimento sobre os assuntos, com foco na Alfabetização Científica.

2. Metodologia e Arranjo Experimental

Esse projeto foi proposto para atividades de extensão com alunos de escola básica, que aconteceriam na forma presencial com o objetivo de estimular o pensamento crítico e a alfabetização científica por meio de conteúdos dentro do contexto de física moderna ou contemporânea. No entanto, o cenário imposto pela pandemia da COVID-19 no Brasil suspendeu as aulas no formato presencial, e as atividades foram adaptadas para o formato virtual.

A pesquisa foi realizada dentro do contexto da pandemia com metodologia que possui predominantemente uma abordagem qualitativa (Gil, 2002; Pereira, et al., 2018), com caráter de relato de experiências vivenciadas pelos estudantes bolsistas que desenvolveram os minicursos dentro do projeto nas escolas participantes. A metodologia utilizada apresenta característica em que os pesquisadores participantes compartilham da vivência experienciada pelos estudantes do ensino básico que participaram do projeto (Severino, 2018).

O projeto foi desenvolvido ao longo do ano de 2021, e todas as ações de planejamento e desenvolvimento das atividades foram realizadas de modo remoto por meios de plataformas virtuais. Ele foi elaborado por meio de minicursos ministrados, por dois estudantes bolsistas do curso de Física, de forma síncrona, sob a supervisão dos coordenadores. Os tópicos são relacionados aos conceitos de Física Moderna, como Efeito Fotoelétrico, Semicondutores e Espectros Atômicos.

A aplicação da fundamentação teórica dos conceitos de física foi baseada na proposta didática dos Três Momentos Pedagógicos (3MP), que são divididos em Problematização Inicial, Organização do Conhecimento e Aplicação do Conhecimento (Delizoicov & Muechen, 2014; Magoga & Muenchen, 2020; Delizoicov, et al., 2002; Angotti, 1990; Batista, et al., 2018).

No primeiro momento, a problematização Inicial é apresentada, por meio de questões ou situações do cotidiano dos estudantes, em analogia com os tópicos abordados de física Moderna. Nesse sentido, o aluno é desafiado a manifestar o que pensa sobre as situações vivenciadas, observando os conhecimentos prévios deles sobre os tópicos estudados, com a finalidade de instigá-los à necessidade de adquirir outros conceitos que ainda não conhecem (Delizoicov & Muechen, 2014; Delizoicov, et al., 2002; Angotti, 1990; Batista, et al., 2018).

No segundo momento do minicurso ocorre a organização do conhecimento, em que o mediador inicia a introdução dos conhecimentos científicos necessários para a compreensão da física envolvida nos temas abordados.

Por fim, no terceiro momento pedagógico, onde ocorre a aplicação do conhecimento, o mediador aborda sistematicamente o conhecimento, incorporado pelo estudante para interpretar e analisar as situações iniciais que determinam o estudo, assim como outras que possam ser compreendidas pelo mesmo conhecimento (Delizoicov & Muechen, 2014; Delizoicov, et al., 2002; Angotti, 1990; Batista, et al., 2018).

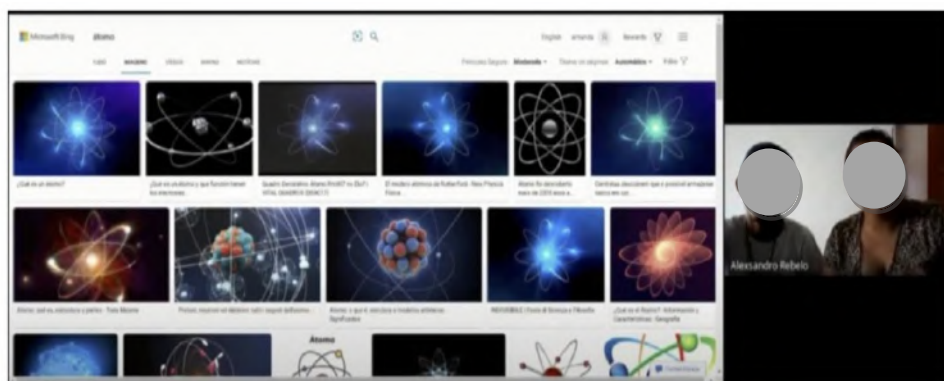
A proposta do projeto foi utilizar temas que se complementam. No tema sobre espectro atômico foi introduzido conceitos sobre átomos, elementos atômicos, e discussão sobre o arco-íris. Em seguida, foi apresentado o efeito fotoelétrico e suas inúmeras aplicações, explorando a relação onda partícula da luz, e enfatizando que por meio desse efeito, muitos recursos tecnológicos são desenvolvidos, como placas solares. Nesse momento iniciou-se uma discussão e introdução de conceitos sobre semicondutores, isolantes e condutores, utilizados na fabricação de muitos materiais e aparelhos usados no cotidiano.

Os minicursos foram ministrados em vários momentos, todos de forma virtual. Num primeiro momento, foi feito um minicurso piloto em dezembro de 2020, com 40 inscritos, mas somente 20 participaram, esse minicurso teve a duração de 2 horas. Num segundo momento, foram feitos mais três outros minicursos ao longo de 2021, em que participaram 67 alunos no primeiro, 58 participantes no segundo e 40 alunos no terceiro. Um total de aproximadamente 185 estudantes participaram dos minicursos, distribuídos em duas escolas.

Todas as divulgações do evento foram feitas pelo site institucional da Universidade, pelo Instagram e por aplicativos de mensagem pessoal.

Na Figura 1 é apresentado um dos minicursos ministrados de forma virtual pelos bolsistas participantes do projeto de extensão.

Figura 1 - Momento do minicurso sendo apresentado pelos bolsistas.



Fonte: Autores.

Na Figura 1 os bolsistas apresentam a imagem de um átomo, com o intuito de explicar conceitos relacionados ao modelo e espectro atômico. O foco nos minicursos sobre tópicos de física moderna foi discutir e construir junto com os alunos os conceitos sobre o assunto, prestando atenção à fala, dúvidas e questionamentos feito por eles, tirando o moderador da figura de disseminador do conhecimento, e afastando a ideia do estudante como um mero espectador ou receptor do conhecimento. O estudante é considerado um sujeito ativo no processo de aprendizado proposto aqui, assim como, estimulá-lo ao pensamento crítico, tentando relacionar as aplicações e conceitos científicos com o cotidiano dele.

Para a aplicação dos minicursos também foram confeccionados experimentos com o uso de materiais de baixo custo exemplificando e abordando conceitos dentro dos tópicos de física moderna:

- Exposição de luz ou a falta dela interagindo no circuito LDR.
- Calculadora movida à energia solar.
- Exemplo da chama do fogão para explicação sobre o espectro atômico.

A Figura 2 mostra uma foto do experimento de baixo custo feito com uma calculadora e com uma sequência de LEDs.

Figura 2 - Funcionamento de fotocalculadora com LED.



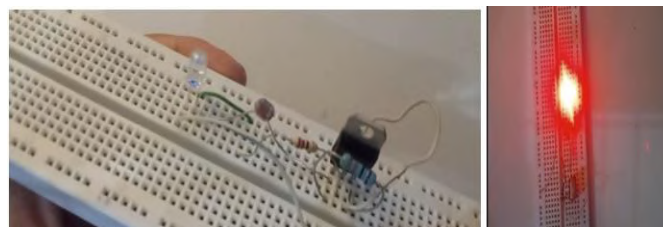
Fonte: Autores.

Na Figura 2 o experimento foi utilizado para explicar sobre células fotovoltaicas e conceitos sobre semicondutores associando com situações e aplicações do cotidiano. O aparato foi exposto à luz solar ocorrendo a transformação dessa energia em elétrica, por meio dos LEDs, que por sua vez é transferida aos fios ligados à calculadora, acionando o funcionamento da mesma.

Todos os conceitos, explicações, reflexões ou questionamentos ao longo do minicurso foram associados com aplicativos de simulações virtuais de experimento disponíveis de uso gratuito, como o PhET Simulações Interativas da Universidade do Colorado (PhET, 2022).

A Figura 3 mostra o experimento de um circuito montado numa placa protoboard com transistor, resistor, sensor de luminosidade LDR e um LED.

Figura 3 - Circuito LDR desligado e ligado.



Fonte: Autores.

Na Figura 3 o sensor LDR é constituído de um semicondutor de alta resistência, que ao receber uma grande quantidade de fótons oriundos da luz incidente, absorve elétrons, melhorando sua condutibilidade e reduzindo sua resistência.

Nesse experimento são explorados vários conceitos dentro do tema proposto de física moderna. A teoria em parceria com a experimentação possibilita tornar o conteúdo mais fácil de ser introduzido, assim como quando seguido de exemplos práticos e experimentais e exemplos do cotidiano do estudante.

A Figura 4 mostra o momento da apresentação do minicurso pelos bolsistas do projeto de extensão. Conforme os

experimentos eram introduzidos em aula, surgiam dúvidas nos estudantes, e isso instigava-os a tentarem compreender.

Figura 4 - Apresentação pelos bolsistas da Física.



Fonte: Autores.

Na Figura 4 pode-se observar o minicurso sendo desenvolvido com apresentação do momento prático, que é a experimentação. Nesse segundo instante buscou-se promover a interatividade, pesquisa e interdisciplinaridade, facilitando o processo de ensino-aprendizagem. Mesmo que o conteúdo tenha sido repassado de forma virtual no minicurso, tentou-se driblar a rotina de uma sala de aula, tornando o assunto sobre física e ciência como algo divertido e motivador, instigando a criatividade e facilitando o aprendizado do conteúdo.

3. Resultados e Discussão

Ao longo dos minicursos foram aplicados dois questionários. O primeiro foi disponibilizado antes do minicurso, para análise dos conhecimentos prévios dos estudantes sobre os temas discutidos, e o segundo questionário busca de alguma forma analisar, mesmo que qualitativa e até superficial, se ocorreu algum progresso no aprendizado deles após a realização do minicurso.

Quatro turmas de diferentes escolas participaram do projeto de minicurso em tópicos de física Moderna. O Quadro 1 mostra as turmas participantes do projeto com as porcentagens correspondentes. Turmas ALFA (A), BRAVO (B), CHARLIE (C) e DELTA (D). Todas elas foram descritas em porcentagens, de modo decrescente dos alunos participantes de cada turma.

Quadro 1 - Porcentagens dos participantes por turma.

Questionário I	Participantes	Questionário II	Participantes
D	95%	D	74%
C	95%	C	77%
A	68%	A	28%
B	58%	B	33%

Fonte: Autores.

Os resultados das atividades desenvolvidas são baseados nos questionários repassados para todas as turmas. O Quadro 1 apresenta a porcentagem de estudantes participantes que responderam os questionários. O questionário I (QI) foi aplicado antes dos minicursos, e o questionário II (QII) foi aplicado após os minicursos.

No Quadro I é possível observar que dentro da porcentagem de participantes das turmas, a média de participantes das turmas C e D é bem maior que a média dos participantes das turmas A e B.

As turmas A e B tiveram uma média de 63% de participação no QI, enquanto que essas mesmas turmas tiveram uma média de somente 30% de participação no QII (quadro D).

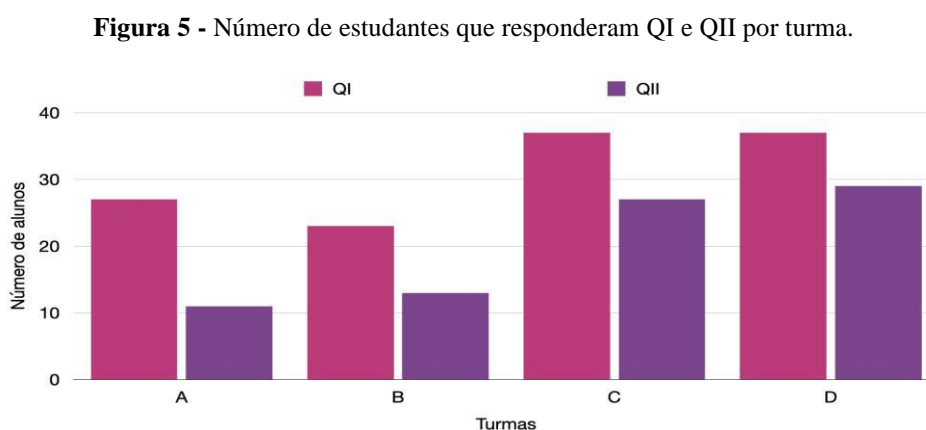
Analisando as turmas C e D, é possível constatar que a média de participação é de 95% e 75% nos questionários I e II, respectivamente. Assim, essas turmas tiveram uma participação bem maior que as outras turmas.

Como as atividades foram realizadas totalmente de forma remota, o termo de consentimento livre e esclarecido foi repassado aos professores das duas escolas envolvidas, e todos os alunos estavam cientes e presentes na sala virtual. A identidade dos alunos participantes foram totalmente preservadas e em nenhum momento serão citados no texto.

De acordo com o resultado exposto no Quadro I, problema da fase após os minicursos é que muitos estudantes não responderam o QII, comprometendo de alguma forma a análise quantitativa dos resultados.

O total de 124 alunos responderam ao questionário I e somente 80 responderam ao questionário II. O nível de engajamento dos estudantes para responder os questionários I e II foi um fator negativo nos minicursos. Além disso, foi observado que os mesmos não se sentiram motivados o suficiente a responderem os QI e QII, o que levou a uma análise incompleta dos resultados da pesquisa.

A Figura 5 mostra o gráfico de comparação do número de estudantes que responderam os questionários I e II.



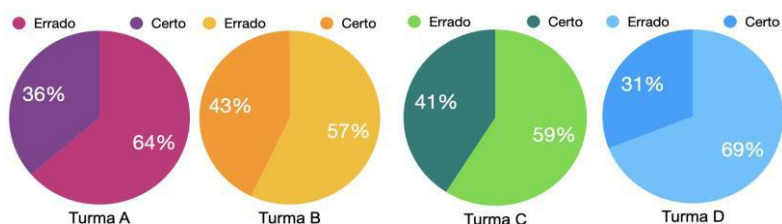
Fonte: Autores.

É possível observar na Figura 5 que as porcentagens das turmas A e B que responderam tanto o QI, quanto o QII é bem menor quando comparado com as outras turmas C e D. Observa-se também que o QI teve uma porcentagem maior de respostas por todas as turmas, e o QII foi respondido por um número bem maior nas turmas C e D. Por outro lado, as turmas C e D participaram de forma quase equilibrada na tarefa de responder tanto os questionários QI, quanto o QII.

É possível indicar que as turmas C e D tiveram um engajamento maior na participação do QI e mesmo com uma queda de participantes no QII, ainda assim tem uma porcentagem bem maior de participação quando comparado às turmas A e B. Não é possível afirmar, mas é possível inferir, de acordo com os resultados que as turmas A e B apresentaram um menor interesse nos minicursos e isso é demonstrado pelo percentual de participantes nos questionários.

A Figura 6 mostra a porcentagem de estudantes das turmas A, B, C e D que responderam o questionário I.

Figura 6 - Porcentagem de alunos que responderam o QI por turma.



Fonte: Autores.

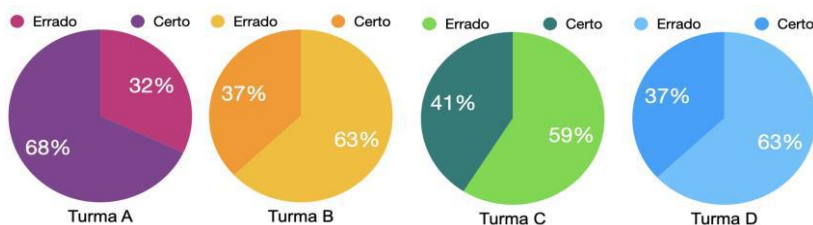
Observa-se na Figura 6 que a turma A teve uma diferença de 28% entre erros e acertos para o QI, ou seja, existe uma diferença bem grande entre eles e uma porcentagem bem maior de erros nas questões QI.

Por outro lado, houve uma diferença em torno de 14% e 18% de erros e acertos na turma B e C, respectivamente. Segundo as porcentagens, pode-se sugerir que essas turmas teriam algum conhecimento prévio, ou algum conhecimento proveniente do senso comum sobre o assunto abordado no minicurso. No entanto, na turma D existe uma grande diferença entre os erros e acertos, onde 69% erraram as questões de QI, podendo indicar que essa turma teria quase nada de conhecimento prévio sobre os assuntos estudados.

O gráfico da Figura 5 mostra que o número de estudantes das turmas C e D que responderam o QI é bem maior que os das turmas A e B. Ou seja, ainda que a quantidade de alunos participantes do QI na turma C tenha sido grande, essa turma mostrou um desempenho percentual bem melhor nas respostas do questionário I quando comparado às outras turmas.

A Figura 7 mostra a porcentagem de estudantes das turmas A, B, C e D que responderam o questionário II.

Figura 7 - Porcentagem de alunos que responderam o QII por turma.



Fonte: Autores.

Na Figura 7 observa-se os resultados das turmas que responderam o QII. A turma A teve um índice de acertos bem maior do que o número de erros. No entanto, é importante observar que essa turma tem o menor número percentual de participantes no QII em comparação com as outras turmas, como visto na Figura 5. Apesar disso, o desempenho dessa turma pode indicar que eles tenham conseguido compreender os conceitos introduzidos no minicurso.

Ainda na Figura 7, a turma B teve um percentual de erros de 63%, o que é muito grande em comparação ao número de acertos. Esse resultado pode estar relacionado com inúmeros fatores, e portanto, não tem como analisar ao certo o que pode ter acontecido, mas o gráfico da Figura 5 mostra uma amostra de participantes da turma B no QII bem menor do que os que participaram de QI, e isso pode ter contribuído para essa diferença grande entre os resultados.

A turma C, na Figura 7, mostra um resultado com uma pequena diferença entre as porcentagens de erros e acertos. No entanto, como indicando na fig. 5, o número de alunos que responderam o QII é um pouco menor do que os que responderam o QI, mas apesar do percentual de participantes dessa turma no QII ser menor, é um ponto positivo que a diferença entre erros e acertos tenha sido pequena, o que resulta na possibilidade de inferir que algum aprendizado ocorreu nessa turma.

A turma D também teve uma porcentagem de erros bem maior que o número de acertos, mas é importante salientar que o número de participantes é menor do que os que participaram no QI, e isso pode comprometer uma análise mais realista dos resultados.

Como relatado anteriormente, muitos alunos não responderam o questionário II comprometendo uma análise mais detalhada dos resultados. Não é possível afirmar, mas se o minicurso fosse ministrado de forma presencial, existiria uma possibilidade maior de que não ocorresse essa diferença tão grande entre os participantes nos questionários QI e QII.

Por outro lado, grande parte da turma que estava presente virtualmente permaneceu até o final do minicurso, fizeram perguntas e conversaram sobre assuntos relacionados à física moderna. Observou-se que grande parte desses jovens demonstraram ter interesse pelo assunto.

4. Considerações Finais

Essa pesquisa foi desenvolvida dentro do contexto da pandemia ocasionada pela Covid-19, e todas as ações de planejamento e desenvolvimento das atividades foram realizadas de forma remota por meio de plataformas virtuais. Os minicursos relacionados aos conceitos de Efeito Fotoelétrico, Semicondutores e Espectros Atômicos foram ministrados para 185 estudantes do ensino básico de duas escolas públicas, divididos em quatro turmas.

Trabalhar esse material na forma remota para aproximadamente 185 participantes foi um desafio enorme, que demandou um preparo, organização e tempo para essa nova adequação. O caminho percorrido era desconhecido, num período incerto, por meio de uma área da física pouco aplicada, e apesar de todos os desafios o projeto foi desenvolvido, e esse foi o grande êxito.

Existem ainda muitos pontos a serem corrigidos e alinhados, mas foi uma experiência totalmente nova para todos. A vantagem de realizar o minicurso remotamente é a gama de opções computacionais e plataformas à disposição na internet, e que pode engrandecer a aula. Numa das aulas do minicurso para ensino fundamental foi dado uma introdução sobre átomos e isso causou um certo estranhamento entre as crianças, pois não sabiam o que era exatamente o assunto. Nesse momento, foi aberto uma outra aba de pesquisa virtual, em que foi mostrado a eles alguns modelos atômicos diferentes, compartilhando o assunto e tornando mais fácil a exemplificação e a explicação acerca do tema.

A desvantagem do modo virtual é a instabilidade na conexão de internet sem fio de qualidade, além de muitos alunos não terem acesso a uma internet de banda larga, ou aparelhos eletrônicos para a participação nesses eventos, outra é que muitas vezes esse aluno está num ambiente externo que tira a atenção e o foco da aula. Além disso, outro ponto negativo é que o número de participantes do minicurso foi muito baixo do que se esperaria se o evento fosse presencial, uma vez que não haveria a necessidade de internet ou aparelhos eletrônicos para que o minicurso ocorresse.

Acredita-se no aperfeiçoamento do ensino de física, por meio de tópicos de física moderna, indicando uma contribuição de melhora na aprendizagem daqueles que participaram do minicurso, contribuindo para a um trabalho de alfabetização científica.

A sugestão para trabalhos futuros dentro do projeto é desenvolver o trabalho na forma presencial, como forma de entender os resultados obtidos de forma remota e até fazer uma comparação entre as duas situações. É compreensível que os resultados obtidos na pesquisa ainda sejam resultados superficiais e incompletos quando comparados à da realidade, mas já é um indício e o início de pesquisa na área da alfabetização científica.

Entende-se que para um resultado mais eficaz em alfabetização na área científica e desenvolvimento de pensamento crítico é necessário um trabalho que demande mais tempo e empenho com uma amostra de turmas maior, e o intuito de ter um resultado mais expressivo.

Considera-se que a melhor forma de promover a divulgação científica no cenário da educação pública do Brasil é envolvendo não só as escolas públicas, mas também alunos, pais, professores, gestores em projetos de extensão, feiras de ciência, e ações que visem a interação entre a universidade e os estudantes. No entanto, é necessário que novas técnicas e ferramentas sejam utilizadas como complementação para o ensino-aprendizagem, ou seja, sair do tradicional, e explorar a interdisciplinaridade, apresentando experimentos sejam eles: simulações computacionais, experimentos de baixo custo com interação entre os estudantes, ou outros ambientes de estudos diferentes da sala de aula ou até ambientes não formais de ensino.

Agradecimentos

Agradecimento ao programa de Pró-Reitoria de Extensão e Assuntos Estudantis (PROEX) pela obtenção da bolsa de extensão PIBEX-Edital nº 017/2019 da UNIFESSPA.

Referências

- Angotti, J. A. (1990). Metodologia do ensino de ciências (p. 207). Cortez.
- Argo (2001). Ciencia, Tecnologia y Sociedad Materiales para la educacion CTS. España: Grupo Editorial Norte.
- Brockington, G., & Pietrocola, M. (2016). Serão as regras da transposição didática aplicáveis aos conceitos de física moderna? *Investigações em Ensino de Ciências*, 13(3), 387- 404. <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/512>.
- Batista, R. F. M., & Silva, C.C. (2018). A abordagem histórico-investigativa no ensino de Ciências. *Estudos Avançados*, 32(94), 97-110. <https://doi.org/10.1590/s0103-40142018.3294.0008>
- Da Silva, D. S. R., & Pinheiro, R. P. (2020). Análise de algumas publicações de física moderna no contexto da educação básica. *Revista Saberes Docentes*, Bauru, 05 (10). <http://www.revista.ajes.edu.br/index.php/rsd/article/view/347/0>
- Dantas, L. F. S., & Deccache-Maia, E. (2020). Divulgação Científica no combate às Fake-news em tempos de Covid-19. *Research Society and Development*, 9(7), 118, e 797974776. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd7.4776>
- Delizoicov, D., Angotti, J. A. & Pernambuco M. M. (2002). Ensino de Ciências Fundamentos e Métodos. (4a ed.) Editora Cortez.
- Delizoicov, D., & Muechen, C. (2014). Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro de Física. *Ciência Educação*, Bauru, 20 (3), 617-638. <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/y3QT786pHBdGzxcRtHTb9c/?format=pdf&lang=pt>
- Delizoicov, D. (2002). Ensino de Física, Conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora. Ed. Da UFSC.
- Freitas, W. P. S., & Errobidart, N. C. G. (2021). A metodologia de ilhas de racionalidade interdisciplinar na promoção da Afabetização Científica e Tecnológica: Um dinamismo Indispensável. *Research Society and Development*, 10(7), e 56510716888. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i7.16888>
- Freire, P. (2009). Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa. Ed. Editora Paz e Terra.
- Gil, A. C. (2002). Como elaborar projetos de pesquisa. (4a ed.) Editora Cortez Atlas.
- Gonçalves, A. A. M., Lima, I. M. M., & Reis, H. R. A. (2022). Produção e aplicação de texto para o ensino de física moderna: relato de uma experiência didática do programa residência pedagógica. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*, 05(6), 97-117. [10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/fisica/fisica-moderna](https://nucleodoconhecimento.com.br/fisica/fisica-moderna)
- INCT-CPCT (2021). Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Comunicação Pública da Ciência e Tecnologia . O que os jovens brasileiros pensam da ciência e da tecnologia, São Paulo. https://www.inct-cpct.ufpa.br/wp-content/uploads/2021/02/LIVRO_final_web_2pag.pdf
- Linsingen, I. (2007). Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina. *Ciência & Ensino*, Vol 1, número especial. <https://wiki.sj.ifsc.edu.br/images/2/23/Irlan.pdf>
- Magoga, T. F., & Muenchen, C. (2020). A Abordagem Temática Caracterizada por Pesquisadores da Área de Ensino de Ciências. *Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências*, 20(u), 315–343. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2020u315343>
- Mori, C. O., & Marques, A. C. T. L. (2020). Alfabetização científica na educação infantil: análise de uma proposta realizada em um projeto de trabalho. *Experiências em Ensino de Ciências*, 15(2). https://if.ufmt.br/enci/artigos/Artigo_ID740/v15_n2_a2020.pdf
- Pereira A. S., et al. (2018). Metodologia da pesquisa científica. UFSM.
- PhET (2022). Interactive Simulations for Science and Math. University of Colorado Boulder. <https://phet.colorado.edu>.

Ribeiro, D., & Melo, A. de. (2019). Reflexões decoloniais sobre conhecimento e educação a partir do diálogo em Paulo Freire. *Diálogos Latinoamericanos*, 20(28), 41-52. <https://tidsskrift.dk/dialogos/article/view/115941>

Rodrigues, B. S., Silva, M. I., Marques, A. C. L., & Júnior, P. M. (2020). Alfabetização científica nos anos iniciais do ensino fundamental: uma sequência didática com o tema "conservação de alimentos". *Revista Experiência em Ensino de Ciências*, 15(3). <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/769>

Rodrigues, V. A. B., Linsingen, I. V., & Cassiani, S. (2019). Formação cidadã na educação científica e tecnológica: olhares críticos e decoloniais para as abordagens CTS. *Revista Educação e Fronteiras*, 9(25), 71-91. <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/educacao/article/view/11012>

Severino, A. J. (2018). *Metodologia do trabalho científico*. Editora Cortez.

Silva, M. B., & Sasseron, L. H. (2021). Alfabetização científica e domínios do conhecimento científico: proposições para uma perspectiva formativa comprometida com a transformação social. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 23, e34674. <https://doi.org/10.1590/1983-21172021230129>

Silva, S. de., & Fusinato, P. A. (2022). Alfabetização Científica ou letramento científico? *Research Society and Development*, 11(9), e 55911932075. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i9.32075>

Vilela, M. L., & Selles, S. E. (2020). É possível uma Educação em Ciências crítica em tempos de negacionismo? *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 37(3), 1722-1747. <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7941.2020v37n3p1722>

MEC (1997). Ministério da Educação . Parâmetros curriculares nacionais, Brasília. <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>