

PROMOVENDO O PROTAGONISMO FEMININO POR MEIO DA CONSTRUÇÃO DE UM FOTÔMETRO NO PROGRAMA FUTURAS CIENTISTAS

PROMOTING FEMALE LEADERSHIP THROUGH THE CONSTRUCTION OF A PHOTOMETER IN THE FUTURAS CIENTISTAS PROGRAM

Manoela Lorentzen Harms 

Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS)

✉ manoelalorentzenharms@gmail.com

Márcia Veiga dos Santos 

Escola Estadual de Educação Básica Albino Fatin (EEEBAF)

✉ marciaveigadossantos@gmail.com

Fabiano Cassol 

Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS)

✉ fabiano.cassol@uffs.edu.br

Marlei Veiga dos Santos 

Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS)

✉ marlei.santos@uffs.edu.br

RESUMO: O presente artigo pretende apresentar uma atividade realizada em uma instituição de ensino superior por meio do programa Futuras Cientistas desenvolvido pelo Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste (CETENE). A imersão científica teve como objetivo construir um fotômetro utilizando Arduino, além de testá-lo para garantir seu funcionamento. Este trabalho tem como objetivo apresentar e analisar os testes realizados e discutir os temas pertinentes ao desenvolvimento do projeto. Para isso, foram preparadas soluções padrão, a fim de construir curvas de calibração no fotômetro montado e em um espectrofotômetro comercial. Comparando os resultados obtidos em ambos, pôde-se perceber que os valores de absorbância não são exatamente iguais, devido a diferença na parte óptica do fotômetro que utiliza um LED o qual não alcança a intensidade da lâmpada no espectrofotômetro. Entretanto, todos os coeficientes de correlação foram superiores a 0,98, apontando o bom funcionamento do equipamento construído. Os temas envolvidos no projeto também apresentam grande importância social, principalmente a busca pela inserção de meninas nos cursos das áreas de Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (STEM). Dessa forma, a imersão científica é de grande importância para alterar o cenário por meio do incentivo a meninas de todo o Brasil que visitam as instituições de ensino e pesquisa neste período de imersão. Além disso, é fortalecida a relação de extensão da universidade, por meio da qual ela dialoga com a sociedade em uma via de mão dupla com benefícios mútuos.

PALAVRAS-CHAVE: Imersão científica. Mulheres na Ciência. STEAM. Extensão universitária.

ABSTRACT: This paper presents an activity conducted at a university as part of the Futuras Cientistas program, developed by the Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste (CETENE). The scientific immersion aimed to construct a photometer using Arduino and to test its functionality. The main objective of this work is to present and analyze the tests performed, as well as to discuss relevant aspects related to the development of the project. To achieve this, standard solutions were prepared to generate calibration curves using both the Arduino-based photometer and a commercial spectrophotometer. A comparison of the results revealed that the absorbance values were not identical, primarily due to differences in optical components, the photometer employs a LED, which does not reach the same intensity as the lamp used in the spectrophotometer. However, all correlation coefficients were greater than 0.98, indicating a strong correlation and satisfactory performance of the constructed device. The project also addresses important

social issues, particularly the underrepresentation of girls in the fields of Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM). In this context, scientific immersion serves as a powerful tool for transformation by encouraging girls from across Brazil to engage with academic and research institutions. Furthermore, the initiative strengthens the relationship between the university and the broader public by promoting a reciprocal exchange with society, in which both the academic institution and the community benefit.

KEY WORDS: Scientific immersion. Women in Science. STEAM. Academic extension.

Introdução

O presente trabalho apresenta um projeto de Imersão Científica do programa Futuras Cientistas, desenvolvido em uma instituição de ensino superior por dois anos consecutivos em parceria com o programa idealizado pelo Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste (CETENE). A imersão é voltada para alunas do segundo ano do ensino médio e professoras da educação básica e é realizada durante as férias escolares. Ela conta com uma parte teórica e uma parte prática, que é executada e organizada dentro das possibilidades de cada instituição, podendo ser realizada de maneira remota e presencial. Além disso, o CETENE oferece palestras semanais para os participantes sobre temas pertinentes e relacionados à mulher na ciência.

O principal objetivo do programa é estimular o contato de alunas e professoras da rede pública de ensino com as áreas de Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (STEM), a fim de contribuir com a equidade de gênero no mercado profissional destas áreas. Além da imersão científica, o programa também oferece bancas de estudos para preparação para o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), bem como programas de mentorias e de estágios para as alunas na graduação. O projeto proposto pela Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) foi intitulado “Construção de um Fotômetro: promovendo o protagonismo feminino”. Nas duas edições foram executados projetos quase idênticos, com apenas algumas modificações, visto que a cada ano ocorre a seleção de novas participantes. O trabalho foi desenvolvido em duas etapas, a construção do fotômetro e os testes e medições químicas para garantir o seu funcionamento. Entretanto, neste artigo abordaremos apenas os testes realizados e as percepções das participantes, bem como os temas envolvidos na iniciativa.

Entre eles, destacamos a importância da experimentação no ensino das ciências, partindo da reflexão de Zanon e Uhmann (2012), as quais defendem a ideia de que já passou o tempo de realizar uma atividade experimental apenas para confirmar a teoria. Concordamos com as autoras ao apontarem que passamos da fase de formar cidadãos que memorizam, pois é necessário desenvolver o pensamento crítico de nossos alunos, fazê-los compreender o que está acontecendo para que, dessa maneira, apontem conclusões para as atividades experimentais realizadas. Assim, é necessário que apliquem o conhecimento para garantir que foi internalizado, ou seja, relações conceituais devem ser estabelecidas (Mortimer, 2010).

É possível conectar o tema com a importância do ensino da espectrofotometria na educação básica, pois de acordo com Santos e Menezes (2020) essa é uma forma de apresentar a química como uma ciência aplicada ao cotidiano dos alunos, devido às inúmeras amostras que podem ser preparadas e analisadas com um fotômetro. Dessa forma, unindo experimentação com temas do cotidiano dos alunos podemos despertar interesse pela área de química.

Outro tópico que merece atenção é a importância do projeto para a inserção feminina nas áreas de STEM. Com base em Chassot (2004), podemos perceber que não é possível superar, de maneira rápida, barreiras de gênero que são impostas há séculos. A busca pela presença feminina nas ciências exatas e engenharias é valorizada e incentivada com programas, como Futuras Cientistas, que oportuniza e busca cativar meninas e mulheres para se inserirem neste âmbito. Estes e outros assuntos voltarão a ser discutidos com mais profundidade nas próximas seções deste artigo.

Referencial Bibliográfico

Tomaremos como principal referência para este trabalho Almeida e colaboradores (2022), pois entre as autoras deste trabalho encontra-se Giovanna Machado, fundadora do programa Futuras Cientistas. Nele as autoras descrevem com detalhes a imersão científica e a sua evolução, que iniciou em 2012, ocorrendo exclusivamente no CETENE. Dessa forma, por meio de um edital, alunas e professoras do ensino médio puderam acompanhar, durante um mês, as atividades de pesquisa da instituição, buscando estimular a participação de mulheres e meninas nas áreas de ciência e tecnologia. A imersão voltou a ocorrer em 2015 e desde então, todo ano há uma edição, inclusive durante a pandemia de Covid-19. Até 2019 apenas os laboratórios do CETENE recebiam as alunas e professoras para a imersão, entretanto a partir de 2020 outros laboratórios de diferentes instituições públicas e privadas passaram a participar do projeto. A partir de projetos como esse, gradualmente irá ocorrer a inclusão de público feminino das áreas de STEM, a fim de obter equidade na proporção de cientistas mulheres (Almeida et al., 2022).

Sabe-se que tal mudança levará algumas décadas para ocorrer, sendo necessário que programas como este perdurem e que mais deles sejam propostos. Afinal, com base em Chassot (2004), comprehende-se que essa separação de gêneros perdurou por milênios, por diferentes motivos e se originando em diferentes culturas. Dessa forma, a mulher desde sempre foi considerada inferior, e a luta para a superação deve ser constante, afinal a própria sociedade precisa ser transformada para obter resultados satisfatórios. Essa modificação social se faz necessária, pois a ciência e a escola se moldam com base na sociedade, relacionando-se totalmente. Diante disso, El Jamal e Guerra (2020), Violin e colaboradores (2022) apontam a falta de referências femininas para as meninas, pois a presença de mais mulheres na ciência permitirá que as jovens também visualizem um futuro nesta área.

Uma forma que pode ser usada para que as meninas se apropriem da imagem de que a ciência e as engenharias também são áreas femininas é o uso de experimentação na educação básica. Esse instrumento pode melhorar a falta de estímulo apresentada pelos alunos, como descrita por Guimarães (2009), esse diagnóstico pode estar refletindo a forma de trabalhar do professor. Além de mostrar a necessidade da utilização de problemas relacionados ao cotidiano dos alunos, a fim de que haja uma relação com as atividades diárias e os conceitos trabalhados na escola, gerando reflexão e elaboração de hipóteses por parte dos alunos. Tal característica ainda não foi plenamente atingida na execução deste projeto, relacionar os temas trabalhados com o cotidiano das meninas é um ponto a ser melhorado para as próximas edições. Discussões e relações interessantes podem ser levantadas quanto à composição de produtos do cotidiano, como discutido por Almeida e colaboradores (2019), quando pesquisam metais em maquiagem, tais estudos tendem a levantar questionamentos e curiosidades entre os jovens.

Outro tema abordado em nossas discussões e que merece ser destacado no referencial é nossa compreensão de extensão baseada em Gadotti (2017), considerando a extensão uma via de mão dupla quanto a relação universidade-sociedade. Dessa forma, ambas as partes se beneficiam com a realização de atividades como esta, levando a um crescimento quando se refere aos temas abordados. Assim, voltamos ao que foi mencionado anteriormente sobre a sociedade influenciar a ciência, e por meio da extensão as práticas referentes à inclusão feminina nas áreas STEM, realizadas na universidade, influenciam o pensamento social sobre o tema, desde que haja divulgação e propagação das atividades realizadas.

Para complementar a importância do posicionamento feminino na ciência e fechar o ciclo deste referencial trazemos a cartilha elaborada pelo Instituto de Desenvolvimento e Gestão [IDG] e colaboradores (2020), que serviu na discussão de diferentes temas relacionados à mulher na ciência. Este material foi produzido de uma maneira que possibilita sua discussão e adaptação

para uso em sala de aula por professores da educação básica ou ainda na formação inicial nas licenciaturas, abordando temas como a importância de uma referência feminina na ciência, a construção da imagem do cientista e a importância do incentivo na educação básica. Esses e outros referenciais serão retomados e usados na discussão das atividades realizadas.

Desenvolvimento das Atividades

Os projetos propostos ao CETENE são desenvolvidos no mês de janeiro de cada ano, ou seja, durante as férias escolares. Dessa maneira, alunas e professoras podem escolher participar de projetos de seu interesse, independente da instituição onde são desenvolvidos. As participantes recebem uma bolsa para auxiliar com os custos da locomoção e hospedagem durante as atividades presenciais. Também cabe destacar que as atividades teóricas ocorrem em sua maioria de maneira remota síncrona, privilegiando as atividades experimentais para a presencialidade e realizando adaptações de acordo com as possibilidades das participantes. No ano de 2024, o programa foi desenvolvido com a participação de três alunas que estavam finalizando o segundo ano do ensino médio e uma professora de química da educação básica. No ano seguinte, em 2025, participaram cinco alunas e uma professora de matemática da educação básica.

Em ambos os anos, as atividades desenvolvidas foram muito semelhantes, na parte inicial do projeto as alunas participaram de aulas teóricas sobre as atividades a serem desenvolvidas, nelas foram apresentados os conceitos principais para contextualizar as participantes sobre o Arduino e sobre a espectrofotometria. Além disso, houve palestras com professores da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) que falaram mais sobre esses temas e também sobre ser cientista, contando suas trajetórias acadêmicas e possibilitando um vislumbre sobre um possível caminho a seguir. Nestes momentos, as meninas puderam tirar suas dúvidas sobre qual curso superior seguir, sobre o que fazer ao concluir a educação básica e quais as possibilidades disponíveis nas universidades federais nas quais os professores participantes trabalham. De maneira semelhante, as monitoras, alunas de graduação e voluntárias no projeto, também puderam fazer questionamentos sobre o ingresso em mestrados nessas instituições, constituindo-se momentos ricos de diálogos e trocas de experiências.

A sequência das atividades ocorreu de forma diferente em ambos os anos, na primeira participação elas foram intercaladas entre presencial e online, sendo iniciada a contextualização do Arduino seguido da construção do instrumento. Após a finalização da construção e programação, passamos para a compreensão da espectrofotometria seguido dos testes do fotômetro, finalizando com a comparação dos resultados do equipamento construído com o espectrofotômetro comercial. E ao longo destas etapas foram acontecendo também as palestras com professores de outras instituições, bem como as palestras semanais do CETENE, que ocorreram em todas as sextas-feiras do mês de janeiro.

Na segunda participação, em 2025, as alunas realizaram a construção do equipamento, seus testes e breves contextualizações, de forma compilada na primeira semana. Já nas semanas seguintes ocorreram as palestras e o restante das aulas teóricas, ou seja, no primeiro ano primeiramente a teoria foi apresentada, enquanto no segundo ano a prática foi realizada primeiro. Explicada a sequência de trabalho seguida pela equipe, passamos a apresentar mais detalhes sobre o funcionamento do fotômetro e os testes que foram realizados.

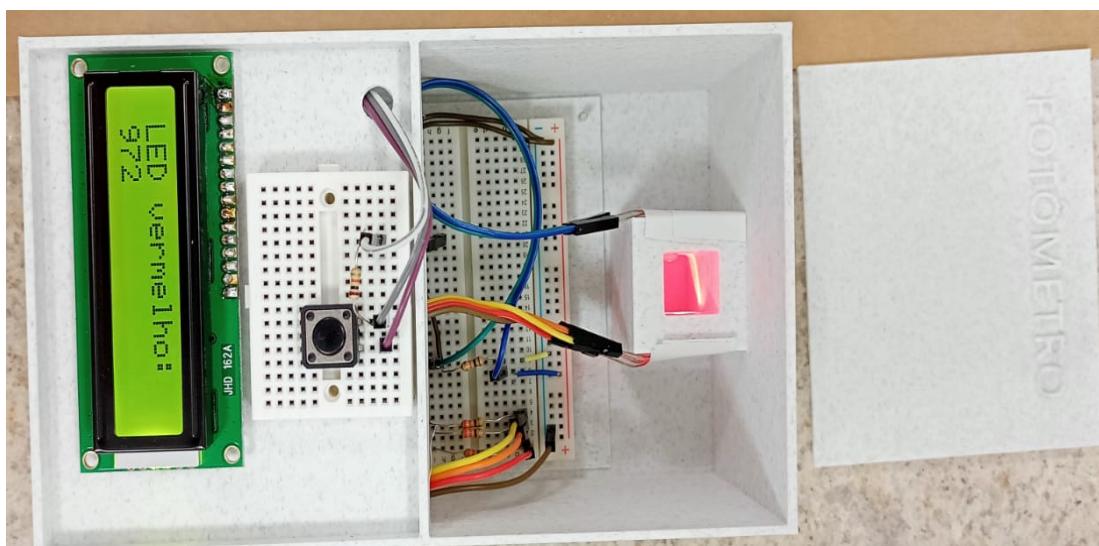
Funcionamento do Fotômetro

Neste tópico apresentaremos especificamente como foram realizados os ensaios químicos do fotômetro, lembrando que, conforme citado anteriormente, não abordaremos neste artigo a

programação do equipamento, bem como as peças e acessórios usados na sua construção. No total foram construídos cinco fotômetros, sendo dois deles em 2024, quando um foi destinado para a escola de educação básica da professora participante e o outro permaneceu na universidade. Já na edição de 2025 foram construídos três, um deles destinado à escola participante por meio da professora. Além disso, elas levaram um caderno, em formato impresso e digital, que continha experimentos de baixo custo para serem executados no fotômetro, a fim de facilitar sua futura utilização nas escolas de educação básica. Ressalta-se, porém, que isso não impede os professores de realizarem diferentes práticas de acordo com seus contextos e possibilidades de material.

O caderno contém oito experimentos para determinação de diferentes substâncias: azul de metileno, ferro III, ferro II, fosfato dissolvido na água, teste de biureto para proteínas, proteínas na clara do ovo, fenolftaleína e permanganato de potássio. Dentre estes, foram realizados dois testes no equipamento em 2024, sendo eles com azul de metileno e com ferro III, baseado em Borges (2019) e três testes em 2025, quando foi adicionado o ferro II baseado em Rosa, Gauto e Gonçalves (2013). Assim, foi possível realizar mais atividades experimentais no último ano, mas no ano anterior as meninas contribuíram na construção do caderno de experimentos, quando cada uma buscou uma prática de seu interesse que pudesse ser realizada no fotômetro (Figura 1), esta atividade não foi repetida devido ao limite de tempo da imersão científica.

Figura 1: Fotômetro construído no programa Futuras Cientistas edição 2024



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Considerando que este seria o primeiro contato das meninas com um espectrofotômetro, realizamos inicialmente um experimento simples com azul de metileno para compreensão das etapas necessárias para realizar uma análise. As alunas e a professora preparam um conjunto de soluções padrão (Figura 2) e neste momento aprenderam a manusear as vidrarias volumétricas como balões volumétricos, pipetas volumétrica e pipetas automáticas, além de receberem orientações sobre cuidados ao trabalhar no laboratório, como vestimenta ideal, uso de jaleco, luvas e óculos de proteção. Após preparam as soluções padrão, as alunas realizaram a leitura delas no espectrofotômetro comercial, que forneceu as absorbâncias, a curva de calibração, os coeficientes de correlação e de determinação. De maneira semelhante, elas usaram uma cubeta para ler os padrões no fotômetro construído.

Figura 2: Exemplo de padrões preparados para curva de calibração de Ferro II

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

O instrumento é um equipamento simples, seu funcionamento é baseado em uma lâmpada de LED com diferentes cores, de acordo com a cor observada na solução, ou seja, a cor que ela reflete é possível ver no Quadro 1, a cor complementar absorvida. Assim foram selecionadas as cores do LED usadas para cada solução testada, para o azul de metileno utilizamos o LED vermelho, o ideal seria laranja, mas essa cor não estava disponível no LED usado. O equipamento possui um visor no qual irá aparecer a cor do LED habilitado e também a intensidade da luz transmitida, esta corresponde ao valor que foi monitorado como resultado apresentado pelo equipamento.

Quadro 1: Comparação entre a cor de luz absorvida e a cor observada na solução para escolha do LED adequado.

Faixa de comprimento de onda absorvida (nm)	Cor da luz absorvida	Cor complementar transmitida
400-435	Violeta	Amarela-esverdeada
435-480	Azul	Amarela
480-490	Azul-esverdeada	Laranja
490-500	Verde azulada	Vermelha
500-560	Verde	Púrpura
560-580	Amarela-esverdeada	Violeta
580-595	Amarela	Azul
595-650	Laranja	Azul-esverdeada
650-750	Vermelha	Verde azulada

Fonte: Skoog et al. (2015).

Para obter esse valor, o feixe de luz monocromática emitido pelo LED atravessa a solução padrão que contém uma substância que absorve luz nesse comprimento de onda (λ), o azul de metileno, por exemplo. Uma parte desta luz incidente (I_0) será absorvida e o restante será transmitido (I), que por meio da programação do equipamento, os sensores captam e fornecem de forma

numérica no visor. A partir do branco, que é a solução padrão sem adição do composto de interesse, temos o valor de I_0 , assim como cada um dos padrões terá o seu valor de I , que varia de acordo com a concentração da solução (Skoog, et al., 2015).

Entretanto, para comparar com os valores de absorbância emitidos pelo espectrofotômetro, as meninas precisaram converter estes valores de intensidade em absorbâncias. Dessa forma, a transmitância (T) foi calculada pela razão entre a luz transmitida (I) e a luz incidente (I_0). Para encontrar a absorbância utilizamos a lei de Beer que determina que a transmitância pode ser calculada da seguinte forma ($T = 10^{-\varepsilon bc}$), mas se aplicamos o logaritmo obteremos a absorbância (A), logo $-\log T = A$ ou $A = \varepsilon \cdot b \cdot c$, ou seja, a absorbância será diretamente proporcional a concentração do analito na solução. Dessa forma, as participantes puderam construir um gráfico da absorbância (eixo y) em função da concentração (eixo x) utilizando soluções de concentração conhecidas em ordem crescente, os padrões citados anteriormente. Assim elas obtiveram a equação de reta que pode ser usada para determinar concentrações apenas substituindo as suas absorbâncias no valor de y (Skoog, et al., 2015).

Todo esse cálculo e explicações necessárias para chegar ao verdadeiro resultado final no equipamento foi descrito no caderno de experimentos fornecido para as alunas e professoras, facilitando a aplicação e uso do fotômetro. Já o equipamento comercial realiza esses cálculos e constrói um gráfico de calibração por meio de seu software, muito mais avançado que no equipamento construído. Para o fotômetro, o gráfico pode ser construído tanto em um software como Excel, quanto na calculadora científica utilizando a função de regressão linear, ambos os métodos foram apresentados às participantes do programa Futuras Cientistas. A utilização da mesma curva de calibração nos dois instrumentos permitiu comparar os resultados e, assim, determinar a viabilidade do uso do fotômetro em aulas do ensino médio.

Após este teste com azul de metileno as participantes ainda determinaram a concentração de duas amostras preparadas artificialmente pelas monitoras em 2024 e sem amostras em 2025, pois consideramos a comparação das curvas suficiente para confirmar o funcionamento. A seguir, as meninas passaram para o preparo de uma curva de calibração de ferro III com tiocianato de amônio, para o qual foi utilizado o LED na cor verde. A preparação das amostras diferiu entre os anos: em 2024, foram utilizadas amostras preparadas artificialmente, enquanto em 2025, uma esponja de aço foi imersa em água durante uma noite para promover sua corrosão e a transferência do ferro para a solução. Entretanto, ao testar o preparo da amostra adicionamos 1 mL em um balão de 25mL e 2,5 mL de tiocianato de amônio e a solução não ficou avermelhada como esperado, portanto adicionamos duas gotas de ácido nítrico para converter o ferro para o estado de oxidação III.

Na última edição realizamos ainda o preparo de uma curva de calibração de ferro II com ortofenantrolina, essa curva apresenta uma coloração alaranjada-avermelhada, assim surgiu a dúvida de qual LED utilizar. Testamos a diferença nas transmitâncias apresentadas para as cores verde, azul e ciano (azul-esverdeado) entre os padrões de diferentes concentrações e escolhemos a cor azul, pois havia uma diferença maior entre as transmitâncias dos padrões usados. A amostra usada para esta curva foi preparada adicionando 1 mL do molho de esponja de aço em um balão volumétrico de 50 mL, com 20 mL de orto-fenantrolina e 10 mL de tampão acetato de amônio. Os resultados para essas atividades experimentais e as discussões que permeiam a imersão científica são aprofundados e discutidos no próximo tópico.

Resultados e Discussão

A partir do desenvolvimento do projeto por dois anos consecutivos diversos temas podem ser discutidos, eles são apresentados a seguir separados nos testes do fotômetro, no público feminino na ciência, na opinião das estudantes e professoras do ensino médio, no crescimento das monitoras e na relação com a extensão.

Testes do Fotômetro

Neste tópico apresentaremos os resultados obtidos a partir dos testes descritos anteriormente, para definir a possibilidade de utilizar o equipamento construído com segurança e certa confiabilidade na educação básica. Os testes foram por meio de comparação com um espectrofotômetro comercial (Thermo Fisher Scientific/Evolution 201), usando os dados de absorbância e as respectivas curvas obtidas, bem como seus coeficientes de correlação (r). A seguir apresentamos os valores obtidos em uma curva de calibração de azul de metileno (Quadro 2), não apresentaremos as demais calibrações, com ferro por exemplo, pois os resultados são muito semelhantes.

Quadro 2: Comparação entre os dados dos dois equipamentos.

Concentração do padrão de azul de metileno	Absorbância obtida no Espectrofotômetro comercial (664 nm)	Absorbância calculada a partir do Fotômetro construído
1,0 mg/L	0,0574	0,05748
2,0 mg/L	0,1859	0,49589
4,0 mg/L	0,5179	0,32882
8,0 mg/L	1,3300	0,52348
16,0 mg/L	3,0184	0,83359
Coeficiente de correlação (r)	0,9977	0,9839

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

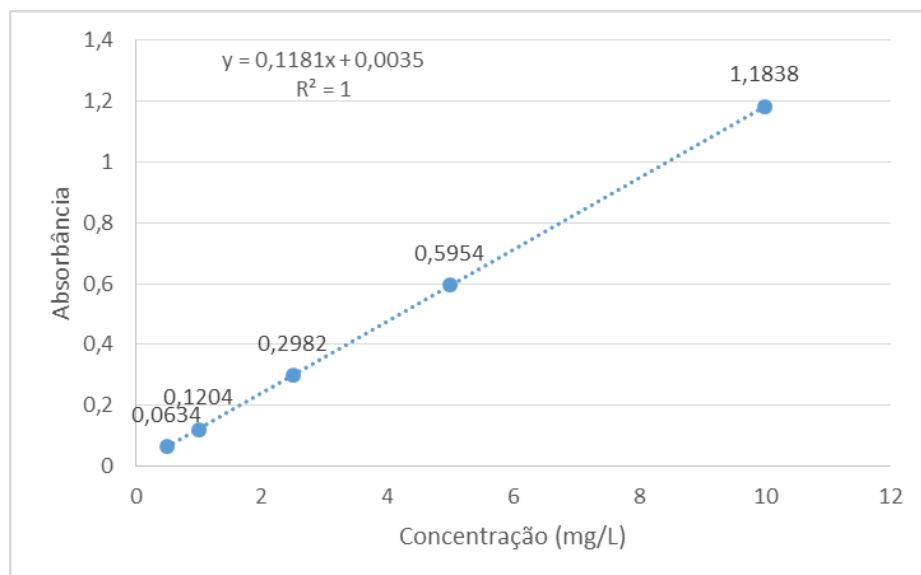
A partir destes dados podemos afirmar que o fotômetro construído apresenta bons resultados para ser usado no ensino de espectrofotometria em aulas da educação básica. O embasamento para esta conclusão considera que o equipamento apresenta resultados muito semelhantes em termos de coeficiente de correlação linear (r). Destaca-se os valores de absorbância encontrados, como já esperado, não podem ser iguais, pois o espectrofotômetro possui uma óptica mais desenvolvida com uma lâmpada que emite em maior intensidade e monocromadores para separar o comprimento de onda selecionado para cada padrão, enquanto o fotômetro se baseia em um LED e na troca de cores, além de possuir intensidade muito menor, ou seja é um equipamento mais simples e menos sensível.

Apesar disso os valores para o coeficiente de correlação são elevados para ambos os equipamentos e sem grandes diferenças, lembrando que quanto mais próximo de um (1) esse coeficiente chegar maior a correlação entre os valores de absorbância e concentração (Skoog, et al., 2015). Todos os fotômetros construídos foram testados e obtiveram coeficientes acima de 0,98 para as diferentes cores de LED usadas, portanto todos encontravam-se em plena disponibilidade de funcionamento. Azevedo, Sousa e Castro (2019) já haviam obtido resultados semelhantes ao construir e comparar um equipamento similar, o que corrobora seu bom funcionamento e a viabilidade de seu uso em aulas da educação básica.

O valor de r é influenciado também pelo cuidado que o analista apresenta ao preparar as soluções padrão, logo ele pode ser usado para a identificar a dedicação aplicada no preparo e a compreensão do uso do material volumétrico. Com essa informação podemos discutir o crescimento das alunas e professoras com base nos coeficientes de correlação obtidos, estes foram melhorando a cada curva e chegaram ao ponto de apresentarem um $r=1$, mostrado na Figura 3, que é considerado perfeito, ou seja absorbância e concentração aumentam nas mesmas

proporções. No gráfico há a representação do coeficiente de determinação (R^2), entretanto, para obter o valor de r é necessário tirar a raiz quadrada do valor, que corresponde a um também. Esse resultado representa o progresso das alunas ao longo da imersão científica, que realizaram a atividade com rigor e cuidado, chegando a obter este ótimo resultado.

Figura 3: Gráfico da curva de calibração de Ferro II, destaque para o coeficiente de determinação



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Esse resultado demonstra também a importância da dedicação das monitoras e dos professores do ensino superior que se envolvem na prática. Isto pode ser discutido com base em Uhmann e Zanon (p. 165, 2013) que apontam o “interagir em uma situação real de estudo”, que ocorre nestas imersões quando alunas, monitoras e professoras dialogam a respeito do contexto em que se encontram, relacionando com os conceitos envolvidos e significando-os por serem anteriormente desconhecidos, ao ainda ressignificando e evoluindo na sua compreensão. Assim as alunas relacionam o cotidiano com o científico e constroem internamente seus próprios significados, facilitando a apresentação ao CETENE que finaliza a imersão. Esta ocorre de maneira online e aberta ao público, onde alunas e professoras apresentam de forma oral as atividades realizadas durante a imersão no programa em todo o Brasil.

Além da apresentação de encerramento da imersão científica, as participantes devem elaborar um relatório referente às atividades realizadas na universidade, servindo também como documento para justificar o recebimento das bolsas pelas participantes. Essa prática pode ser vista como positiva para o desenvolvimento das alunas, visto que ele deve ser entregue de acordo com as normas da ABNT, seguindo as etapas de escrita e com referencial, assim sendo as alunas de ensino médio experienciam como é a dinâmica do ensino superior. Assim, ao ingressarem efetivamente em uma graduação não serão surpreendidas, pois a forma de escrita e as exigências já serão conhecidas por elas, podendo melhorar até mesmo seu desempenho no último ano da educação básica, que se inicia em seguida.

Ao longo das próximas edições é possível realizar mudanças ao projeto proposto, adaptar de acordo com o que vem funcionando, remover o que não agrega ao ensino, a fim de melhorar ainda mais, ver a possibilidade de calcular limites de detecção e de quantificação entre outras melhorias. Buscando atentar ao que é descrito por Guimarães (2009) sobre o uso da experimentação como uma estratégia para estimular as alunas a realizar questionamentos, criar problemas de forma contextualizada. Dessa maneira, cada escola que recebeu o fotômetro ou que se dispõe a construir um, pode adaptar o uso de acordo com a realidade e as necessidades

locais, os experimentos podem ser adaptados ao tema a ser estudado, ou ainda podem ser aplicados de forma interdisciplinar.

Para finalizar este tópico traz-se para a discussão Santos e Menezes (2020) que discorrem sobre a complexidade do processo de ensino e aprendizagem, no qual a vontade de aprender dos alunos é essencial, pois sem ela independente da metodologia usada a aprendizagem será inalcançável. Entretanto a dedicação do professor e a renovação de suas práticas pedagógicas, a busca pelo aperfeiçoamento pode refletir em seus alunos despertando a vontade de aprender. Ou seja, é necessário que todos os atores desta peça estejam dispostos a se apresentar (Santos & Menezes, 2020).

O PÚBLICO FEMININO

Como já descrito anteriormente, este programa tem grande importância para a inserção de meninas e mulheres nas áreas STEM e iniciamos esta reflexão citando Chassot (2004), que descreve a construção milenar deste preconceito, apontando a incapacidade de desconstruir tal separação de gêneros em duas ou três gerações. Entretanto, a realização de diversos programas como o Futuras Cientistas ao longo de vários anos pode favorecer a desconstrução desse pensamento. De maneira semelhante, El Jamal e Guerra (2020) destacam a importância da construção que a sociedade apresenta sobre o tema, visto que ela influencia a ciência e se ela não sofrer alterações relativas às questões de gênero não haverá mudanças na educação, na ciência e na produção científica, corroborando mais uma vez com a relevância do programa.

Neste sentido, Sousa e colaboradores (2019) apontam a representação do cientista e a imagem masculinizada da ciência nos livros didáticos de química, perpetuando a imagem da atividade como masculina. A cartilha elaborada pelo Instituto de Desenvolvimento e Gestão [IDG] e colaboradores (2020) corrobora com essa discussão, visto que o pensamento e a imagem de como é ser cientista se baseia nos livros didáticos, geralmente mostrando um homem branco de jaleco, descabelado e mais inteligente que os demais, isso acaba por influenciar a forma de pensar dos alunos. Portanto, representar um cientista como uma mulher pode levar ao incentivo de meninas para ocuparem esse espaço, afinal, elas compreendem que é um lugar de mulheres e não apenas para o público masculino, modificando aos poucos o cenário patriarcal não apenas na química, também nas demais áreas da STEM.

De forma semelhante, se apresenta a seguinte discussão referente a falta de referências femininas na ciência para as futuras gerações (Violin et al., 2022), entretanto esse cenário vem mudando e cada vez mais as meninas possuem mulheres cientistas como referências para suas futuras carreiras, apesar da resistência e da busca por silenciamento das mulheres, reforçando a posição feminina como inferior (Violin et al., 2022). El Jamal e Guerra (2020) também discutem o tema apontando a importância da educação básica na construção das identidades científicas das alunas, para que elas possam ver a sua capacidade de fazer ciência. Apesar de haver um desestímulo pela carreira científica por parte da maioria dos jovens, esse tema e a questão de gênero devem ser abordados pela escola e pela sociedade para ao longo do tempo repensar essas relações e também as práticas escolares que podem estar causando tal aversão a carreira (Cunha, et al., 2014).

Mas El Jamal e Guerra (2020) também reiteram o cuidado para não banalizar o tema com a ideia de que para que a mulher seja cientista a basta querer, visto que os impedimentos impostos pela cultura da própria sociedade se impõem a este fato. Mas existem sim barreiras para as mulheres que não é possível transpor, Chassot (2004) aponta o fator biológico, visto que são as mulheres que possuem a capacidade de gerar e amamentar os seus filhos, afinal ser cientista não exclui a possibilidade de se tornar mãe. Entretanto, alguns sacrifícios são necessários, pois a ciência evolui muito rápido e após o afastamento a mãe cientista necessita de um tempo para de atualizar. Esta discussão também está presente em outros trabalhos (IDG et al., 2020) apontando a existência de iniciativas como a inclusão do nascimento e adoção de filhos no Currículo Lattes a fim de justificar a queda na quantidade de produções científicas pela autora durante os primeiros anos

de vida de seus filhos. Apesar de o fato mais importante ser a qualidade das produções científicas, sabemos que os conceitos atuais consideram o melhor pesquisador como aquele que possui a maior quantidade de publicações.

Após toda esta discussão, voltamos para declarar a importância de oportunidades como o programa futuras cientistas para que as mulheres desde meninas possam buscar seus sonhos e ver a área STEAM também como possibilidades de carreira que elas podem alcançar (IDG, et al., 2020). Derossi e Faria (2021) também discutem a favor disto, apontando o programa “Para Mulheres na Ciência”, da empresa L’OREAL, que oferece prêmios em dinheiro para financiar projetos de pesquisa com o objetivo de reduzir a desproporção da presença feminina nas ciências e engenharias. Para finalizar, neste material (IDG, et al., 2022) encontram-se algumas falas de pesquisadoras destacando a importância do incentivo que receberam na educação básica pelas docentes, portanto as professoras da educação básica que participam do programa, Futuras Cientistas, também representam uma importante fonte de incentivo para suas alunas atuais e futuras apresentando a ciência como um local que as mulheres podem e devem ocupar.

As Impressões das Participantes

Outro tópico a ser abordado é a satisfação das alunas e professoras participantes com o programa Futuras Cientistas e em realizar as atividades de imersão propostas no projeto. Para analisar isto usaremos duas notícias publicadas no site da instituição que possui breves declarações das meninas, bem como suas escritas dos relatos de experiências, mas sem identificá-las, apenas como forma de avaliar o projeto executado. Nas matérias publicadas uma das participantes destacou o seguinte ponto:

Os dias aqui na Universidade foram ótimos. Fizemos o nosso próprio fotômetro e, com ele, medimos as amostras que nós mesmas preparamos. O sentimento em saber que conseguimos fazer coisas que jamais imaginamos que poderíamos fazer é maravilhoso. Além de aprendizados, essa oportunidade está abrindo minha mente para novas oportunidades de estudo futuramente (UFFS, 2024, não paginado).

Nesta declaração, podemos discutir dois tópicos principais: a satisfação em realizar as atividades e o estímulo para continuar a caminhada acadêmica. Um retorno semelhante foi obtido por Santana e colaboradores (2024), que realizaram uma atividade semelhante de construção de fotômetro, mas voltado para o tratamento de água, em suas atividades, assim como nós, eles buscaram estimular a curiosidade científica e incentivaram o desenvolvimento acadêmico das participantes. Apontamos ainda, o final da escrita da aluna refletindo para novas oportunidades, ou seja, conseguimos mostrar a ela que a ciência e pesquisa nas áreas de STEM também são um local feminino e mesmo que cursos superiores nesta área não estivessem contemplados inicialmente nas suas escolhas a incentivamos a cursar ensino superior. Afinal, o sentimento de conseguir realizar as atividades, de se sentir capaz e competente foi aflorado na aluna.

Outros destaques das alunas são: “[...] dias que acredito que farão parte da minha história acadêmica, fiquei impressionada com os laboratórios do Campus, lá eu encontrei infinitas possibilidades de ser cientista.” (UFFS, 2024) apontado por uma aluna e “Desde a construção até os experimentos feitos, trabalhamos juntos para obter um resultado satisfatório. Foi uma oportunidade única para aprender na prática sobre assuntos tão diversos.” (UFFS, 2024) apontado por outra. Com base nestas declarações podemos concluir que houve satisfação pessoal nas alunas por participarem do programa, além de visualizarem e ampliarem as suas capacidades.

Temos ainda, a observação de uma aluna na última edição que reforça a importância do programa para o incentivo feminino para realizar ciência e a satisfação de obter bons resultados “foi uma experiência incrível. Desde a parte da construção e programação do fotômetro até levarmos algo que fizemos ao laboratório e ver que ele estava funcionando, foi muito legal.” (UFFS, 2025). Dessa

forma podemos considerar parte dos objetivos do programa atingidos, as meninas foram estimuladas e com o apoio das demais atividades do futuras cientistas, como as bancas de estudos e mentorias, elas estarão encaminhadas para uma graduação futuramente, demonstrando o poder destes programas em transformar a vida de meninas e mulheres.

Outro apontamento interessante é o retorno de uma das professoras: “Além de trabalhar os conhecimentos matemáticos para análise dos dados obtidos. Saio bem motivada para tentar desenvolver um trabalho interdisciplinar na minha escola.” (UFFS, 2025). Com base nisso podemos perceber que a professora também se sentiu estimulada a continuar executando suas atividades na escola de maneira mais motivada e com novas ideias. Dessa forma, a professora pode estimular também seus alunos a aprender e formar cidadãos mais críticos e conscientes.

O Crescimento das Monitoras e a Extensão

Além da evolução das alunas e professoras de educação básica, existe o crescimento das monitoras, estudantes de graduação, que participam da organização e execução do projeto durante as imersões científicas de 2024/2025 realizadas na universidade. Em ambas as edições, o grupo de monitoras foi diverso, com graduandas do início e do final de seus cursos. Elas pertenciam aos cursos de Engenharia Ambiental e Sanitária e Química Licenciatura. No curso de licenciatura é natural realizar estágios de docência para desenvolver de forma prática as habilidades referentes à profissão professor, entretanto no curso de engenharia não há essa possibilidade por tratar-se de um bacharelado. Com isso as alunas deste curso tiveram contato com essa possibilidade de carreira, aprendendo a coordenar uma aula junto com os professores de ensino superior durante esta imersão.

Com base nos objetivos desta atividade, ela pode ser considerada uma extensão universitária conforme descreve Silva (2020) como uma atividade que busca relacionar a universidade com a comunidade local, considerando as demandas da sociedade, que neste caso se apresenta como a diminuição da desigualdade de gênero na área STEM. Entretanto, Silva (2020) também aponta que atualmente é necessário trazer a sociedade para dentro da universidade com as suas experiências, realizando trocas de saberes. Portanto, além da importância do tema gênero contempla-se a importância de trazer a sociedade para dentro da universidade, mostrando o que é produzido nela, relacionando com as necessidades e os conhecimentos da população.

Já Santos, Rocha e Passaglio (2016) apresentam o outro lado, o fato de apresentar ao graduando as necessidades da sociedade, os problemas reais, a fim de apontar o caminho a seguir. Dessa forma, os alunos visualizam a sua futura atuação profissional, articulando o conhecimento aprendido na universidade com a sua aplicação na sociedade e as demandas que ela possui, ou seja, fazendo a relação entre teoria e prática. Com essa atividade de extensão busca-se alcançar a via de mão dupla descrita por Gadotti (2017), na qual ambas aprendem e se relacionam, a universidade aprende com a sociedade ao observar suas necessidades, e a sociedade aprende com a universidade e se beneficia daquilo que ela desenvolve.

Nesse contexto, todos os envolvidos no programa possuem certo nível de retorno, as alunas e professoras da educação básica vão a universidade e aprendem com ela, levando com sigo as dúvidas e conhecimentos de sua realidade. De forma semelhante, as monitoras e professores da graduação aprendem e experienciam as necessidades da sociedade e da escola básica por meio das meninas, e por fim a escola que recebe o equipamento se beneficia utilizando-o dentro do seu contexto e suas possibilidades de aplicação.

Conclusões

A partir do exposto, concluímos que o fotômetro construído apresenta resultados muito semelhantes ao espectrofotômetro comercial e com ótimos coeficientes de correlação. Dessa forma, o equipamento está apto ao uso em atividades experimentais do ensino médio que

busquem cativar os alunos, valorizando a ciência a fim de mostrar a importância dela para a sociedade.

Além disso, a atividade mostrou-se proveitosa para todas as partes envolvidas, sendo de grande importância para o ingresso de público feminino em cursos da área STEM, objetivo principal do programa Futuras Cientistas. As professoras de educação básica participantes também são despertadas a aprimorar suas práticas e a buscar formação continuada. De forma semelhante, possibilita o aperfeiçoamento dos professores e das monitoras da universidade, que necessitam se preparar e testar as atividades que foram desenvolvidas, bem como melhorar suas metodologias de ensino, seja para as monitoras da licenciatura ou para as monitoras do bacharelado que têm seu primeiro contato com essa possibilidade de carreira.

Referências

- Almeida, Luísa S., Vale, Ana C. A. R., Silva, Maria E. C. M., Pascoal, Taciana M., & Machado, Giovanna (2022). Imersão científica: Programa Futuras Cientistas e ações de ciência para público feminino de ensino médio de escolas públicas. In: *I Congresso Internacional de Mulheres em STEAM*.
- Almeida, Alex M., Martins, Ivani P., Amaral, Paula M. P., Borges, Viviane A., Pinto, Leonardo A. S., Ionashiro, Elias Y., Mesquita, Nyuara A. S., & Soares, Márlon H. F. B. (2019). Determinação de Al^{3+} , Fe^{3+} e Cu^{2+} presentes em sombras de maquiagem por espectrofotometria UV-Vis: uma proposta de experimento contextual em nível superior de ensino. *Química Nova*, 42(3), 355-360.
- Azevedo, Aissa, Sousa, Anderson, & Castro, Tiago. (2019). Espectroscopia óptica de baixo custo: uma estratégia para a introdução de conceitos de física quântica no ensino médio. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 41(4).
- Borges, Endler M. (2019). Determinação da constante de Equilíbrio da reação $Fe^{3+} + SCN^- \rightleftharpoons Fe(SCN)^{2+}$ utilizando imagens digitais. *Revista Virtual de Química*, 11(3).
- Chassot, Attico I. (2004). *A ciência é masculina?: é sim, senhora!*. Editora Unisinos.
- Cunha, Marcia B., Peres, Olga M. R., Giordan, Marcelo, Bertoldo, Raquel R., Marques, Glessyan Q., & Duncke, Angela C. (2014). As mulheres na ciência: o interesse das estudantes brasileiras pela carreira científica. *Educación química*, 25(4), 407-417.
- Derossi, Ingrid N., & Faria, Fernanda L. (2021). A presença de mulheres cientistas como temática em periódicos de química. *ACTIO: Docência em Ciências*, 6(1), 1-22.
- El Jamal, Natasha O., & Guerra, Andreia. (2020). O lado invisível na história da ciência: uma revisão bibliográfica sob perspectivas feministas para a educação científica. *Revista Debates em Ensino de Química*, 6(2), 311-333.
- Gadotti, Moacir. (2017). Extensão universitária: para quê?. *Instituto Paulo Freire*, 15(1-18), 1.
- Guimarães, Cleidson C.. (2009). Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. *Química nova na escola*, 31(3), 198-202.
- Instituto de Desenvolvimento e Gestão, Museu do Amanhã, British Council, & IBM. (2020). *Meninas na escola, mulheres na ciência: Ferramentas para professores da educação básica*. Vol. 1. Rio de Janeiro: IDG | Museu do Amanhã.
- Mortimer, Eduardo F. (2010). *As chamas e os Cristais Revisitados: estabelecendo diálogos entre a linguagem científica e a linguagem cotidiana no ensino das ciências da natureza*. In: SANTOS, W. L. P. dos S, e MALDANER, O. A. *Ensino de química em foco*. (180-207), Ijuí, RS: UNIJUÍ.
- Rosa, Gilber, Gauto, Marcelo, & Gonçalves, Fábio. (2015). *Química Analítica: Práticas de Laboratório-Série Tekne*. Bookman Editora.

Santana, Mirella E. B., Ferreira, Aida A., Luz, Arthur G. S., Silva, Crystian P., Brito, Gilmar G., Botelho, Priscilla S., & Assis Filho, Romero B. (2024). Inovação no Desenvolvimento de um Fotômetro LED para Monitoramento de Poluentes Ambientais em Água—uma Abordagem a Partir da Colaboração com o Programa Futuras Cientistas. *In Simpósio Brasileiro de Sistemas Colaborativos (SBSC)*, (pp. 177-180). SBC.

Santos, Lucelia R., & Menezes, Jorge A. (2020). A experimentação no ensino de Química: principais abordagens, problemas e desafios. *Revista Eletrônica Pesquiseduca*, 12(26), 180-207.

Santos, João H. S., Rocha, Bianca F., & Passaglio, Kátia T. (2016). Extensão universitária e formação no ensino superior. *Revista Brasileira de Extensão Universitária*, 7(1), 23-28.

Silva, Wagner P. (2020). Extensão universitária: um conceito em construção. *Revista Extensão & Sociedade*, 11(2).

Skoog, Douglas, West, Donald, Holler, James., & Crouch, Stanley. (2015). *Fundamentos de química analítica*. Cengage Learning Nacional, ed 9.

Sousa, Célia, Pereira, Cássia F. C., Rocha, Ângela S., Becker, Simone., & Tamiasso-Martinhon, Priscila. (2019). Representação da mulher em livros didáticos de química. *Scientia Naturalis*, 1, 241-253.

Uhmann, Rosangela I. M., & Zanon, Lenir B. (2013). Diversificação de estratégias de ensino de ciências na reconstrução dialógica da ação/reflexão docente. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 15(3), 163-179.

Universidade Federal da Fronteira Sul. (2024). Notícias. Recuperado em 10 de maio de 2025 de <https://www.uffs.edu.br/uffs/noticias/alunas-do-ensino-medio-participam-de-imersao-cientifica-no-campus-cerro-largo>.

Universidade Federal da Fronteira Sul. (2025). Notícias. Recuperado em 10 de maio de 2025 de <https://www.uffs.edu.br/uffs/noticias/-uffs-cerro-largo-realiza-imersao-cientifica-no-programa-futuras-cientistas-2025-para-estudantes-e-professoras-da-rede-publica->.

Violin, Leila C., Silveira, Victor, Almeida, Letícia, & Silva, Pietra B. L. (2022). Pioneiras da Química no Brasil: A Trajetória de Três Mulheres na Ciência Brasileira. *Revista Debates em Ensino de Química*, 8(3), 423-448.

Zanon, Lenir B., & Uhmann, Rosangela I. M. (2012). O desafio de inserir a experimentação no ensino de ciências e entender a sua função pedagógica. *In: XVI ENEQ/X EDUQUI*.