Da Escola à Universidade: Alunas do Ensino Médio Constroem Fotômetro na UFFS pelo Programa Futuras Cientistas

Manoela Lorentzen Harms[1] (IC)*; Marlei Veiga dos Santos[1] (PQ); Fabiano Cassol[1] (PQ).

* *manoelalorentzenharms@gmail.com.*

[1] *Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) - campus Cerro Largo.*

Palavras-Chave: Experimentação, Extensão, Química.

Área Temática: Temas Contemporâneos

RESUMO: Este trabalho apresenta uma atividade do programa Futuras Cientistas realizada na Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS). O projeto submetido pela universidade foi "Construção de um Fotômetro: promovendo o protagonismo feminino". A partir disso, três alunas do segundo ano do ensino médio e uma professora da educação básica vieram à universidade e tiveram aulas teóricas e práticas para alcançar o objetivo final de construir um fotômetro que pudesse ser usado na educação básica. Dessa forma, as futuras cientistas construíram, programaram e testaram o funcionamento do instrumento. A partir da comparação com os resultados em um espectrofotômetro comercial, determinou-se que o equipamento apresenta resultados coerentes. Portanto, a atividade foi muito proveitosa tanto para as alunas quanto para as graduandas, que atuaram como monitoras, e professores que puderam aprender e compartilhar conhecimentos com as jovens.

INTRODUÇÃO

A importância da experimentação é um tema que foi abordado por Maldaner (2000) e Zanon (2008), mas não no sentido de repetição de uma sequência entregue pelo professor, é necessário que haja compreensão do fenômeno estudado, além da utilização da linguagem correta para que ocorra a significação conceitual. Outro destaque de Zanon e Uhmann (2012) é a falta de recursos, materiais e laboratórios nas escolas, entretanto isso não impede o professor de utilizar a experimentação, pois é possível fazer adaptações e utilizar materiais mais acessíveis. Atualmente o tema continua sendo relevante e a partir disso apresentamos as atividades desenvolvidas.

O programa Futuras Cientistas é desenvolvido pelo Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste (CETENE) buscando estimular o contato de alunas e professoras da rede pública de ensino com as áreas de Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática para contribuir com a equidade de gênero no mercado profissional destas áreas. A atuação principal é no ensino médio, entretanto as meninas recebem acompanhamento durante a graduação também, incentivando que elas façam e permaneçam na graduação. O programa possui quatro frentes de atuação: a Imersão Científica, a Banca de Estudos, a Mentoria e os Estágios, neste trabalho daremos foco para a Imersão Científica.

A atividade foi desenvolvida nas férias escolares, em janeiro de 2024 na Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Campus Cerro Largo. Nesta

oportunidade participaram três alunas do segundo ano do Ensino Médio e uma professora de química da educação básica. A atividade desenvolvida foi a construção de um fotômetro, equipamento usado para determinar a concentração de moléculas que absorvem comprimentos de onda da luz visível, ou seja, soluções coloridas.

O projeto submetido pela UFFS foi intitulado “Construção de um Fotômetro: promovendo o protagonismo feminino”, submetido pela professora doutora Marlei Veiga dos Santos, professora da área de química analítica da UFFS, mas também contou com o envolvimento de outros professores da mesma instituição e de diferentes áreas. Durante todo o mês de janeiro as alunas participaram de palestras oferecidas pelo CETENE e de aulas teóricas e práticas sobre o tema proposto no projeto. A atividade prática e presencial proposta consistiu em duas etapas principais, construir o fotômetro utilizando Arduíno, neste momento as alunas e a professora aprenderam a programar o Arduino. Também, nesta primeira etapa, foi apresentado o aporte teórico relacionado a programação e espectrofotometria. Já a segunda etapa foi testar o equipamento construído e compreender a sua utilização, além de utilizar um espectrofotômetro comercial para comparar os valores obtidos. Dessa forma, o projeto envolve tanto a área das engenharias quanto a área da química e este trabalho abordará a parte química e os testes realizados com o fotômetro construído.

DESENVOLVIMENTO

As atividades ocorreram na UFFS campus Cerro Largo durante as férias escolares e buscaram aproximar as alunas e a professora de ensino médio da instituição de ensino superior. A partir disso, desenvolveu-se a construção do fotômetro, entretanto o foco deste trabalho são os testes realizados para garantir seu funcionamento adequado e as percepções do programa Futuras Cientistas. Além das aulas teóricas sobre os conceitos envolvidos no instrumento e nas técnicas usadas, foram realizadas aulas práticas experimentais com as alunas, nas quais foram utilizados o fotômetro construído e o espectrofotômetro comercial, assim foi possível comparar os resultados obtidos a fim de determinar se o equipamento construído funcionava adequadamente.

Um experimento envolveu a determinação de azul de metileno e o outro o ferro III. Em ambos as meninas prepararam os padrões para construção da curva de calibração partindo de uma solução estoque e em seguida mediram duas amostras. As amostras foram preparadas pelas monitoras, que sabiam sua concentração para comparar com o resultado final do fotômetro.

O fotômetro construído trata-se de um equipamento simples o seu funcionamento se dá por meio de uma lâmpada de LED com diferentes cores, de acordo com a cor observada na solução, ou seja a cor refletida é possível ver na Tabela 1 qual a cor complementar, que será absorvida. Assim foram escolhidas as cores de LED a serem usadas para cada solução testada, para o azul de metileno, por exemplo, utilizamos o LED vermelho (o ideal seria laranja), e para o ferro utilizamos o LED verde, sendo necessário analisar cada solução para escolher a

melhor opção entre as cores disponíveis no instrumento. O equipamento possui um visor no qual aparece a cor do LED habilitado e também a intensidade da luz transmitida, sendo esta monitorada como resultado apresentado pelo equipamento.

Tabela 1: Comparação entre a cor de luz absorvida e a cor observada na solução usada para escolha do LED adequado (Skoog, et al., 2015).

Região 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

Quando um feixe de luz monocromática atravessa uma solução que contém uma substância que absorve luz nesse comprimento de onda (λ), uma parte da luz incidente (I_0) será absorvida e o restante será transmitido (I). Dessa forma os sensores do equipamento nos fornecem um valor, que é a intensidade da luz transmitida (I). A partir do valor do branco, que é a solução sem a adição do analito (composto de interesse), temos o valor de I_0 e cada um dos padrões e amostras terá o seu valor de I, que varia de acordo com a concentração da solução. A transmitância (T) é calculada pela razão entre a luz transmitida (I) e a luz incidente (I_0). Entretanto o valor obtido ainda não é o resultado, ele precisa ser tratado e convertido em absorbância para ser relacionado com as concentrações dos padrões (Skoog, et al., 2015).

Para encontrar a absorbância utilizamos a lei de Beer que determina que a transmitância (T) = $10^{-\varepsilon bc}$, como trata-se de uma função exponencial aplicamos o logaritmo para obter a absorbância (A), logo -log T = A ou A = ε.b.c. assim temos que a absorbância de uma solução é diretamente proporcional a sua concentração. A partir disso constrói-se um gráfico da absorbância (eixo y) em função da concentração (eixo x) utilizando soluções de concentração conhecidas em ordem crescente (padrões). Obtemos a equação de reta que poderá ser usada para determinar concentrações substituindo as suas absorbâncias no valor de y (Skoog, et al., 2015). Esse gráfico

pode ser construído tanto em um software como Excel, quanto na calculadora científica utilizando função regressão linear, ambos os métodos foram apresentados às participantes do programa futuras cientistas.

Ao realizarem as medidas e encontrarem todos os valores de transmitância dos seus padrões e amostras, e em seguida converterem para absorbância as meninas possuíam os dados necessários para construir o gráfico, obter a equação da reta e calcular a concentração de suas amostras. Já no espectrofotômetro comercial elas construíram a curva de calibração, com as mesmas soluções padrões, e em seguida leram suas amostras com base nessa curva, entretanto não foi necessário realizar nenhum cálculo, pois o software do aparelho comercial faz os mesmos. Assim foi possível comparar os resultados de ambas as curvas e das amostras, a fim de determinar se o equipamento construído apresentava valores condizentes para ser usado em aulas experimentais na escola de educação básica.

O fotômetro construído foi destinado a escola, da professora participante, e junto a ele um material de apoio, o qual contava com uma introdução do funcionamento do equipamento construído e como tratar os números obtidos para torná-los resultados. A seguir havia alguns experimentos bem acessíveis e possíveis de serem realizados na escola de educação básica:

- Experimento 1: Azul de Metileno
- Experimento 2: Ferro III
- Experimento 3: Ferro II
- Experimento 4: Fosfato Dissolvido na Água
- Experimento 5: Teste de Biureto para Proteínas
- Experimento 6: Proteínas na Clara do Ovo
- Experimento 7: Fenolftaleína
- Experimento 8: Permanganato de Potássio

Destaca-se que os experimentos incluídos no caderno foram pesquisados pelas participantes, alunas e professoras, e também pelas monitoras, sendo este parte integrante do projeto. Dessa forma, foi possível trabalhar a experimentação de uma forma investigativa e com uma compreensão mais completa, pois a construção do equipamento, o preparo das soluções padrões, os cálculos envolvidos foram realizados pelas próprias alunas, auxiliando na significação dos conceitos aprendidos.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Inicialmente discutiremos sobre o funcionamento do fotômetro, que apresentou resultados diferentes aos dados de absorbância obtidos no espectrofotômetro comercial (Tabela 2). Essa diferença pode ser atribuída principalmente a utilização de um LED que irá emitir uma faixa de comprimentos de onda, em uma intensidade menor quando comparada ao espectrofotômetro comercial, que possui uma óptica muito mais elaborada. Entretanto, a partir da construção da curva de calibração foi possível encontrar, para o fotômetro construído um coeficiente de correlação bom (próximo de 1), logo há relação entre os dados de concentração e

os dados de absorbância calculados a partir das intensidades apresentados no fotômetro. Portanto, podemos concluir que para fins de utilização em aulas práticas na escola de educação básica e até mesmo nas primeiras fases da graduação é possível utilizar o equipamento construído com tranquilidade, pois os resultados apresentados são coerentes apesar de não serem iguais aos dados do equipamento comercial. Considerando que a finalidade do mesmo é didática e não para pesquisa ou determinações exatas.

Tabela 2: Comparação das absorbâncias obtidas nos dois equipamentos

Concentração do Azul de Metileno	Absorbância obtida no Espectrofotômetro comercial (470nm)	Absorbância calculada a partir do Fotômetro construído
1,0 mg/L	0,0574	0,05748
2,0 mg/L	0,1859	0,19489
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

A partir da utilização do instrumento construído será possível utilizá-lo nas aulas de química do ensino médio, a fim de introduzir os conceitos de espectrofotometria e de interação da luz com a matéria, ciência esta que é tão importante e é aplicada em diferentes dispositivos utilizados em diferentes áreas do conhecimento. O ensino de espectrofotometria no ensino médio além de possivelmente despertar o interesse dos alunos apresenta a química como uma ciência prática e aplicada a sociedade, importante para a formação de um cidadão com uma concepção desmistificada da ciência (Oliveira; Leite, 2016).

Guimarães (2009, p. 198) descreve que “a experimentação pode ser uma estratégia eficiente para a criação de problemas reais que permitam a contextualização e o estímulo de questionamentos de investigação”. Dessa forma, propomos práticas que tinham como objetivo se relacionar com problemas e utilizações reais de espectrofotometria, como a determinação de ferro, que podemos encontrar em diversos suplementos, determinação de proteínas e de azul de metileno, usado como corante e como medicamento.

Além disso, buscamos instigar as alunas e desenvolver o lado investigativo delas, a partir da pesquisa de mais práticas que fossem de seu interesse e que pudessem ser feitas no fotômetro. Devido à limitação de tempo da imersão não foi

possível realizar todas as práticas propostas por elas, entretanto as jovens puderam vivenciar como é a ciência na prática, que não se trata de algo estático, mas sim algo que muda e que atende às problemáticas presentes no cotidiano. A partir disso, concordando com Santos e Menezes (2020, p. 182) na busca por uma integração da teoria e da prática para que as alunas possam construir um conhecimento em química de forma transversal, não apenas conceitos decorados para uma avaliação.

No mesmo sentido, Francisco, Ferreira e Hartwig (2008, p. 40) assumem que somente será possível explicar um fenômeno e aplicá-lo no momento em que ele for significativo para o estudante. Além disso, para que conceitos sejam realmente aprendidos eles precisam ser aplicados na resolução de problemas que se relacionem com o cotidiano, pois a partir disso possuem um significado maior para o aluno como defende Guimarães,

se observa que a utilização do conteúdo como ferramenta de resolução de problemas concretos facilita a compreensão das abstrações necessárias à compreensão do conhecimento químico expresso numa forma de linguagem própria e incomum ao cotidiano dos estudantes (2009, p. 201).

Ainda em relação às alunas houve participação e envolvimento das mesmas, que demonstraram interesse pelas atividades que estavam sendo desenvolvidas, isso também é destacado por Barcelos et al. (2024) em seu trabalho sobre a construção e programação de um fotômetro. Também foi possível perceber a compreensão das mesmas ao analisarem uma amostra de ferro que deveria ter uma concentração elevada e portanto uma coloração vermelha mais escura, entretanto a mesma estava amarelada e as alunas identificaram que havia algo de errado com a mesma. Isso corrobora com a escrita de Guimarães (2009, p. 201) ao afirmar que “é necessário que haja o confronto com problemas, a reflexão em torno de ideias inconsistentes por eles [os problemas] apresentadas”.

Quando nos voltamos para a discussão das mulheres na ciência, é de conhecimento geral que desde os primórdios foi uma área mais voltada para o público masculino, entretanto essa posição vem mudando e isso ocorre devido a programas como este, que incentivam e oferecem oportunidades para as meninas. Mas, concordando com Chassot (2006), não é possível desconstruir preconceitos milenares em algumas gerações, dessa forma a insistência e permanência de programas como o Futuras Cientistas ajudam a mudar essa realidade. Amaral e Rotta (2022, p. 169) acrescentam que “por muitos séculos, a Ciência foi considerada uma carreira imprópria para mulheres”.

Dessa forma, cabe às famílias e a escola nas novas gerações reverter essa mentalidade a fim de promover o ingresso igualitário nas ciências, além de promover uma educação científica adequada para meninos e meninas. Entretanto, como descreve Cunha et al. (2014) “o desestímulo à carreira científica é um dado geral e que deve ser visto por parte dos educadores com um olhar mais atento, pois isso certamente é reflexo de muitas de nossas práticas escolares e que devem ser constantemente repensadas”. A partir disso, podemos perceber a importância da realização de atividades como esta imersão científica, visto que além das alunas terem

a possibilidade conhecer uma universidade de perto e acompanhar um pouco do seu funcionamento elas puderam ver a carreira científica com outros olhos.

Por fim, ressaltamos as impressões e a importância da atividade para as monitoras que participaram na organização e desenvolvimento da imersão científica. O projeto pode ser considerado uma atividade de extensão universitária que, de acordo com Santos, Rocha e Passaglio (2016), integra a universidade e a sociedade de diferentes formas, caracterizam-se como atividades que integram ensino ou pesquisa com a prestação de serviços à comunidade gerando benefícios para ambos os lados envolvidos. Já Silva (2020, p. 23) apresenta não apenas o que a sociedade aprende com a universidade mas também o inverso, “para que a construção de uma universidade democrática possa acontecer, a complexidade do mundo deve ser reconhecida e não excluída da universidade”.

Ainda de acordo com Santos, Rocha e Passaglio (2016) esta é uma oportunidade única de crescimento para os alunos da graduação visto que passam a ter responsabilidades maiores, além de relacionar com o conhecimento aprendido ao longo do curso. Dessa forma, o projeto não foi apenas uma oportunidade de crescimento e aprendizagem para as alunas e professora da educação básica como também foi para os alunos e professores da graduação que aprenderam junto com as jovens cientistas. Tanto para as alunas da Licenciatura em Química que puderam exercitar sua futura profissão, quanto para as alunas da Engenharia Ambiental e Sanitária, que tiveram um vislumbre da carreira docente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da atividade foram discutidos três tópicos principais: a construção e teste do fotômetro, o desenvolvimento das alunas do segundo ano do ensino médio e o crescimento das graduandas. Dessa forma, tanto a universidade quanto a sociedade puderam se beneficiar da imersão científica proporcionada pelo CETENE em parceria com a UFFS e não apenas os envolvidos durante a imersão, pois os aparelhos construídos estão disponíveis para uso, um deles na escola de educação básica participante e o outro na UFFS. Concluímos assim que a atividade gerou e continua gerando muitos frutos.

REFERÊNCIAS

AMARAL, D.; ROTTA, J. Mulheres Cientistas e o Ensino de Ciências Naturais: um panorama das publicações do ENEQ e ENPEC. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v. 5, n. 2, p. 167-182, 23 jun. 2022. Disponível em: Vista do Mulheres Cientistas e o Ensino de Ciências Naturais: um panorama das publicações do ENEQ e ENPEC (uffs.edu.br). Acesso em: 29 set. 2024.

BARCELOS, L. S.; AZAMBUJA, A. M.; BRANDT, T.; CASSOL, F. Construção de um Fotômetro: Promovendo o Protagonismo Feminino. *In:* SIMPÓSIO CIÊNCIA, AMBIENTE E FORMAÇÃO, 2, 2024, Cerro Largo, **Anais**, Cerro Largo: Universidade Federal da Fronteira Sul, 2024. Disponível em: CONSTRUÇÃO DE UM

FOTÔMETRO: PROMOVENDO O PROTAGONISMO FEMININO | Simpósio Ciência, Ambiente e Formação (uffs.edu.br). Acesso em: 20 set. 2024.

CHASSOT, A. **A ciência é masculina? É, sim senhora!...** *In:* ENCONTRO DE FILOSOFIA E HISTÓRIA DA CIÊNCIA DO CONE SUL, 5, 2006, Florianópolis, 2006. Disponível em: afhic.com/wp-content/uploads/2018/12/A-ciencia-e-masculina.pdf#:~:text=tentativa de apresentar discussões presentes no livro A ciência é. Acesso em: 02 out. 2024.

CUNHA, M. B.; PERES, O. M. R.; GIORDAN, M.; BERTOLDO, R. R.; MARQUES, G. Q.; DUNCKE, A. C.. As mulheres na ciência: o interesse das estudantes brasileiras pela carreira científica. **Educación Química**, v. 25, n. 4, p. 407-417, out. 2014. Universidad Nacional Autonoma de Mexico. http://dx.doi.org/10.1016/s0187-893x(14)70060-6. Disponível em: As mulheres na ciência: o interesse das estudantes brasileiras pela carreira científica - ScienceDirect. Acesso em: 30 set. 2024.

FRANCISCO JR, W. E.; FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R. Experimentação problematizadora: fundamentos teóricos e práticos para a aplicação em salas de aula de ciências. **Química Nova na Escola**, v. 30, n. 4, p. 34-41, 2008. Disponível em: 07-PEQ-4708.pdf (sbq.org.br). Acesso em: 28 set. 2024.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 3, p. 198-202, 2009. Disponível em: 08-RSA-4107.pdf (sbq.org.br). Acesso em: 28 set. 2024.

MALDANER, O. A. **Formação Inicial e Continuada de Professores de Química:** Professores/Pesquisadores. Ijuí, RS: UNIJUÍ, 2000.

OLIVEIRA, P. C. C.; LEITE, M. A. P. Espectrofotometria no Ensino Médio: construção de um fotômetro de baixo custo e fácil aquisição. **Química Nova na Escola**, v. 38, n. 2, p. 181-184, 2016. Disponível em: Espectrofotometria-no-Ensino-Medio-Construcao-de-Um-Fotometro-de-Baixo-Custo-e-facil-Aquisicao.pdf (researchgate.net). Acesso em: 05 out. 2024.

SANTOS, . R.; MENEZES, . A. A experimentação no ensino de Química: principais abordagens, problemas e desafios. **Revista Eletrônica Pesquiseduca**, v. 12, n. 26, p. 180–207, 2020. Disponível em: https://periodicos.unisantos.br/pesquiseduca/article/view/940. Acesso em: 27 set. 2024.

SANTOS, J.; ROCHA, B.; PASSAGLIO, K. Extensão Universitária e Formação no Ensino Superior. **Revista Brasileira de Extensão Universitária**, v. 7, n. 1, p. 23-28, 28 maio 2016. Disponível em: Vista do EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA E FORMAÇÃO NO ENSINO SUPERIOR (uffs.edu.br). Acesso em: 25 set. 2024.

SILVA, W. P. Extensão Universitária: Um conceito em Construção. **Revista Extensão & Sociedade**, [S. l.], v. 11, n. 2, 2020. DOI: 10.21680/2178-

6054.2020v11n2ID22491. Disponível em: https://periodicos.ufrn.br/extensaoesociedade/article/view/22491. Acesso em: 27 set. 2024.

SKOOG, Douglas A.; WEST, Donald M.; HOLLER, F J.; CROUCH, Stanley R. **Fundamentos de Química Analítica**: Tradução da 9ª edição norte-americana. São Paulo: Cengage Learning Brasil, 2015. E-book. ISBN 9788522121373. Disponível em: https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788522121373/. Acesso em: 27 set. 2024.

ZANON, L. B. Tendências curriculares no ensino de ciências/química: um olhar para a contextualização e a interdisciplinaridade como princípios da formação escolar. *In:* ROSA, M. I. P; ROSSI, A. V. (Orgs). **Educação Química no Brasil:** memórias, políticas e tendências. Campinas, São Paulo: Átomo, 2008.

ZANON, L. B.; UHMANN, R. I. M. O desafio de inserir a experimentação no ensino de ciências e entender a sua função pedagógica. *In:* ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 16., 2012, Salvador, **Anais** [...]. Bahia: XVI ENEQ/X EDUQUI, 2012. Disponível em: http://www.portalseer.ufba.br/index.php/anaiseneq2012/article/view/8011. Acesso em: 20 set. 2024.