

## DESENVOLVIMENTO DE UM *SOFTWARE* EDUCACIONAL PARA O ENSINO DE CROMATOGRAFIA EM CURSO TÉCNICO INTEGRADO AO ENSINO MÉDIO

Roberto S. da Silva Filho<sup>1</sup>; Adriana M. Silva<sup>1</sup>; Aline G. A. de Carvalho<sup>1</sup>; Klícia Carla de S. de Lima<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ) – Campus Duque de Caxias.  
Emails: robertosilasdasilvafilho@gmail.com; adriana.maria@ifrj.edu.br; aline.alves@ifrj.edu.br; klicia.lima@ifrj.edu.br.

**Palavras-Chave:** Análise Instrumental, Metodologias Ativas, *Python*.

### Introdução

A educação em Ciências da Natureza e suas Tecnologias têm se mostrado um pilar essencial para a formação de cidadãos críticos e engajados com os desafios socioeconômicos e ambientais contemporâneos. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) do Brasil reconhece a importância da educação para o desenvolvimento sustentável, alinhando-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 da ONU, e enfatiza a sustentabilidade como tema transversal. Nesse contexto, a BNCC também preconiza a utilização de metodologias ativas de aprendizagem, como a investigação e o trabalho colaborativo, para promover uma aprendizagem mais dinâmica e significativa (BACICH, 2017; FURLANI, 2018; SANTOS, 2018).

Este trabalho é desenvolvido no contexto do Projeto de Extensão “Instrumentalizando: Eu Cientista!” (1ª Edição), que foi elaborado com o objetivo de promover a inclusão e valorização de estudantes voluntários dos cursos técnicos em Petróleo e Gás e Química, incentivando a sua participação ativa e o desenvolvimento de soluções sustentáveis. Uma das atividades centrais do projeto é a produção de recursos didáticos que utilizem procedimentos operacionais padrão e a literatura da disciplina de Análise Instrumental como base para criar material audiovisual de divulgação científica, visando despertar o interesse pela pesquisa e inovação na área de química, tanto entre os alunos dos cursos técnicos quanto na comunidade em geral.

Diante da complexidade de alguns temas da Análise Instrumental, como a cromatografia, faz-se necessário o desenvolvimento de materiais didáticos inovadores que facilitem a compreensão de conceitos abstratos e promovam a aprendizagem experimental e investigativa. Assim, este trabalho apresenta o desenvolvimento e a aplicação de um recurso didático de um *software* programado em *Python*[1] para uma oficina de cromatografia intitulada “Misturou? Relaxa! A cromatografia separa!”. O objetivo principal foi tornar os conceitos fundamentais da cromatografia mais acessíveis e didáticos para estudantes de diversos níveis de conhecimento, promovendo o raciocínio científico, a comunicação e a capacidade de tomada de decisões baseadas em dados, habilidades essenciais para a formação de técnicos em Petróleo e Gás e Química, além do público em geral.

A aplicação do recurso didático ocorreu em uma oficina de cromatografia, “Misturou? Relaxa! A cromatografia separa!”, durante a IX Semana da Cultura (SEMAC) do IFRJ Campus Duque de Caxias (CDuC), realizada entre 23 e 27 de junho de 2025. A oficina foi planejada para interagir com participantes de diferentes níveis de conhecimento, a sua estrutura consistiu em duas estações interativas, planejadas para funcionar como componentes de uma instalação pedagógica:

1. **Primeira Estação: Cromatografia em Papel como Observatório de Processos.** Focada na observação prática, os participantes realizavam um experimento de cromatografia em papel, com breve explicação e orientação sobre o conceito e o procedimento.
2. **Segunda Estação: A “Cromatografia Humana” como Instalação Imersiva.** Esta estação representou o cerne da abordagem como instalação, proporcionando uma vivência prática e lúdica das etapas de uma análise instrumental. Os participantes, como “analitos”, simulavam o processo cromatográfico: entravam por uma marcação no chão (injetor), percorriam a “coluna cromatográfica” (corredor de TNT com informações diversas representando a fase estacionária), passavam por outra marcação (detector) e, ao “apertar um botão”, acionavam o *software* desenvolvido para gerar o cromatograma didático. Esta etapa finalizava a simulação corpórea com a visualização do resultado analítico, promovendo uma aprendizagem experiencial e multissensorial.

---

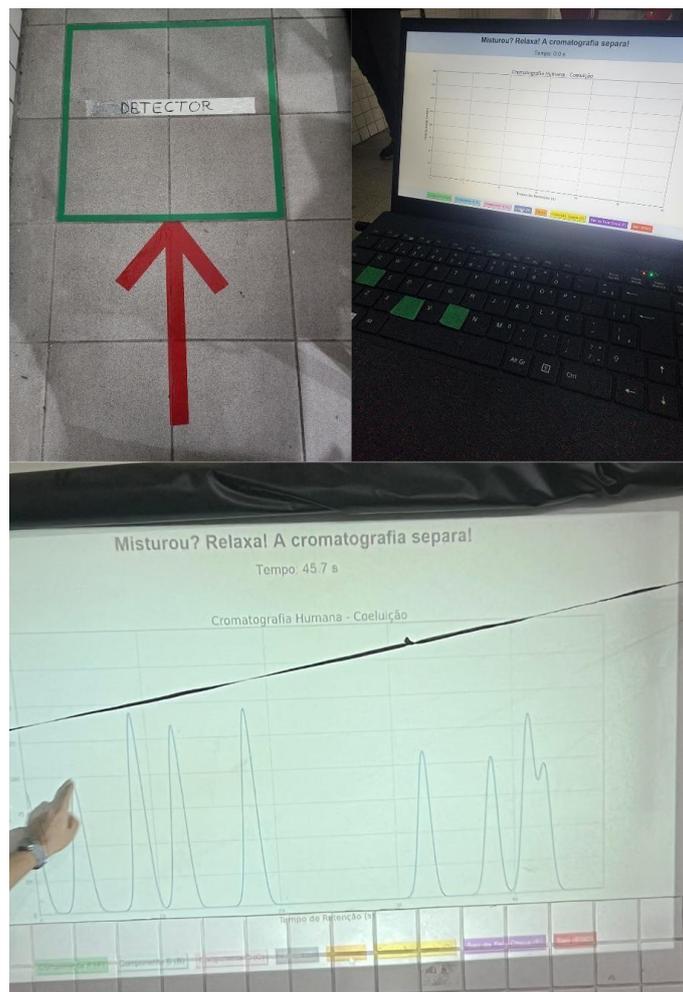
[1] *Python*: Disponível em: <https://www.python.org/>. Acesso em: 20 mai. 2025.

## Metodologia

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa descritiva, focada no desenvolvimento e na avaliação inicial de um recurso didático. A metodologia adotada foi participativa e abrangente, fundamentada nas metodologias ativas de aprendizagem, nas quais os estudantes atuam como protagonistas do seu processo de aprendizado, com os pesquisadores e professores como facilitadores.

O desenvolvimento do recurso didático, um simulador de cromatograma, foi conduzido por um estudante do 8º período do curso técnico em Química. O simulador de cromatograma foi desenvolvido utilizando a linguagem de programação *Python*, conhecida por ser gratuita e de código aberto, uma multiplataforma amplamente utilizada. O ambiente de desenvolvimento escolhido foi o *Visual Studio Code (VS Code)*[1], valorizado por sua interface intuitiva, suporte a extensões (como o *Pylance*, que aprimora a análise de código e o autocompletar) e terminal integrado. Para a construção da interface gráfica, empregou-se a biblioteca *Tkinter*[2], que possibilita a criação de janelas, botões e outros elementos interativos. A parte gráfica do cromatograma foi gerada com a biblioteca *Matplotlib*[3], que permite a criação de gráficos detalhados e dinâmicos. A geração dos picos cromatográficos foi realizada com o auxílio da biblioteca *NumPy*[4], para cálculos matemáticos e manipulação de *arrays numéricos*[5], enquanto a biblioteca *Time* (módulo padrão do *Python*) controlou o tempo de simulação, definindo o momento de aparição de cada pico na tela. Adicionalmente, a biblioteca *Threading* (módulo padrão do *Python*) foi essencial para evitar travamentos do programa. Após a finalização do código, o programa foi convertido em um arquivo executável (.exe) utilizando a ferramenta *PyInstaller*[6]. Isso permite que o *software* seja executado em qualquer computador com sistema operacional *Windows*, mesmo sem a instalação prévia do *Python*, garantindo uma interação facilitada ao usuário final, pois gera um único arquivo executável e oculta o terminal de fundo. Durante esse processo, o *PyInstaller* inclui automaticamente bibliotecas necessárias como os *backends gráficos*[7] do *Matplotlib* e os módulos do *NumPy* usados internamente para cálculos.

A abordagem pedagógica incluiu o uso de analogias simples, como a comparação do cromatograma a uma corrida, para facilitar a compreensão dos conceitos mais abstratos. Os participantes da SEMAC fizeram o uso do *software* desenvolvido para gerar sinal quando os participantes passavam pelo detector ao final da **Segunda Estação: A “Cromatografia Humana” como Instalação Imersiva** (Figura 1).



**Figura 1:** Instalação Imersiva “Cromatografia Humana”

Fonte: Elaborado pelos autores.

A coleta de dados foi realizada por meio de observação participante e registro fotográfico das interações e engajamento dos estudantes e participantes. A avaliação do recurso foi realizada de forma qualitativa, por meio da observação da interação dos participantes com o material e de um formulário digital para percepção de reação.

[1] *Visual Studio Code (VS Code)*: Disponível em: <https://code.visualstudio.com/>. Acesso em: 20 mai. 2025.

[2] Acesso à documentação oficial do módulo *tkinter* na biblioteca padrão do *Python*.

[3] *Matplotlib*: Disponível em: <https://matplotlib.org/>. Acesso em: 20 mai. 2025.

[4] *NumPy*: Disponível em: <https://numpy.org/>. Acesso em: 20 mai. 2025.

[5] Uma estrutura de dados que armazena elementos (neste caso, números) de um mesmo tipo em posições de memória consecutivas, o que otimiza operações matemáticas e acesso rápido aos dados. Em *Python*, a biblioteca *NumPy* é amplamente utilizada para trabalhar com *arrays numéricos*, oferecendo um desempenho superior em comparação com listas padrão para grandes volumes de dados.

[6] *PyInstaller*: Disponível em: <https://pyinstaller.org/>. Acesso em: 20 mai. 2025.

[7] Em programação, refere-se ao componente de *software* subjacente que lida com a renderização e exibição de elementos gráficos. Ele traduz as instruções de desenho de uma biblioteca ou aplicação (como o *Matplotlib*) para comandos que o sistema operacional ou o *hardware* gráfico podem entender e executar, permitindo que os gráficos sejam visualizados na tela.

## Resultados e Discussão

Durante a oficina, os estudantes atuaram de forma ativa e protagonista, exercitando a autonomia, o pensamento crítico e o trabalho colaborativo. Essas práticas fortaleceram o

sentimento de pertencimento e a proatividade, em consonância com as aprendizagens essenciais previstas na BNCC.

Na primeira instalação pedagógica incentivou-se a observação e a compreensão de processos de separação, sendo o caráter inovador da proposta o aproveitamento do tempo de execução do processo cromatográfico de forma dinâmica, engajando os participantes na próxima atividade enquanto a separação ocorria em “segundo plano”, gerando curiosidade sobre o desfecho.

A Segunda Estação, a “Cromatografia Humana”, proporcionou uma aprendizagem experiencial e multissensorial. Essa imersão ativa possibilitou a transformação de conceitos teóricos abstratos em experiências concretas e significativas, ampliando a compreensão dos princípios da cromatografia de maneira lúdica e envolvente. A proposta da oficina como uma “instalação pedagógica” evidencia o compromisso com as metodologias ativas e com os objetivos do projeto de extensão, promovendo um ambiente de aprendizagem dinâmico, participativo e transformador.

Nesse contexto, o *software* desenvolvido em *Python* para a geração do cromatograma didático demonstrou ser uma ferramenta eficaz para a visualização e compreensão dos conceitos fundamentais da cromatografia, especialmente ao ser acionado pelos participantes da “Cromatografia Humana” como culminância da simulação. A interface simplificada do *software* permitiu que os eixos (tempo de retenção no eixo x e intensidade ou área do sinal no eixo y), os picos representando diferentes compostos e as noções de resolução fossem apresentados de maneira clara e intuitiva. A capacidade de gerar dados numéricos simulados e personalizar os picos contribuiu significativamente para a flexibilidade do recurso, permitindo a ilustração de diferentes cenários cromatográficos sem a necessidade de equipamentos de laboratório.

Este *software* educacional foi desenvolvido especialmente para a oficina realizada durante a SEMAC, com o objetivo de facilitar o ensino-aprendizagem da análise e interpretação de cromatogramas de cromatografia em coluna. O *software* foi criado para permitir simular picos cromatográficos, incluindo situações indesejadas como a coeluição, contribuindo para a compreensão de conceitos abstratos de forma interativa. A proposta é inovadora, especialmente por ter sido criada e implementada por um estudante do curso técnico integrado em Química, demonstrando o protagonismo estudantil e o potencial de integração entre ensino e prática. Além de seu uso em oficinas, o *software* pode ser incorporado como recurso didático nas aulas de Análise Instrumental dos cursos técnicos em Química e em Petróleo e Gás do IFRJ – Campus Duque de Caxias, reforçando o compromisso com metodologias ativas e com a construção de saberes significativos.

A experiência de apresentar o cromatograma gerado pelo programa durante a oficina “Misturou? Relaxa! A cromatografia separa!” foi extremamente satisfatória. A interação com estudantes de diversos níveis de conhecimento exigiu e demonstrou a capacidade de adaptação da linguagem e da abordagem pedagógica. As analogias simples, como a comparação do cromatograma a uma corrida, foram particularmente eficazes em tornar o conteúdo mais leve e compreensível, corroborando a literatura sobre a importância de estratégias didáticas que transponham a abstração conceitual (BACICH, 2017; SANTOS, 2018).

Este recurso didático alinha-se diretamente às diretrizes da BNCC para o ensino de Ciências, que enfatiza a investigação e o trabalho colaborativo como elementos essenciais para uma aprendizagem diferenciada (FURLANI, 2018). A visualização concreta dos dados por meio do cromatograma fictício foi de imensa importância para auxiliar os estudantes a sair da abstração de ideias e visualizar de modo prático os conceitos de separação. Para a formação de um técnico em química, a compreensão do funcionamento de um cromatógrafo e a interpretação de um cromatograma são fundamentais, dada a ampla aplicação dessa técnica na identificação e/ou quantificação de compostos em análises ambientais, farmacêuticas, alimentícias, entre outras.

Além da compreensão técnica, a atividade reforçou o desenvolvimento de habilidades transversais, como o raciocínio científico, a comunicação e a capacidade de tomada de decisões baseadas em dados. A discussão dos resultados do cromatograma fictício, mesmo para pessoas que não pretendem seguir carreira na química, ajudou a desmistificar um processo analítico de grande relevância, contribuindo para a popularização da ciência e a formação de cidadãos mais conscientes, em consonância com a BNCC (2017) e suas Competências Específicas de Computação no Ensino Médio (2022). O sucesso da aplicação do recurso didático demonstra o potencial de ferramentas programadas para enriquecer o ensino de química, tornando-o mais acessível e engajador.

A avaliação da oficina foi realizada de forma voluntária por 20 participantes, utilizando um formulário online (*Forms*) acessível via *QR Code* disponibilizado na sala. Os dados obtidos apontam para um expressivo índice de satisfação dos participantes. A explicação sobre o cromatograma e sua leitura (questão 2.4), que foi diretamente auxiliada pelo *software* desenvolvido na “Cromatografia Humana”, também obteve 100% de aprovação (“Sim”).

O protagonismo dos estudantes na experiência imersiva das instalações pedagógicas e o ato de “gerar” o cromatograma com o auxílio do *software* criado auxiliaram na ressignificação de conceitos abstratos em experiências significativas, promovendo a construção e a consolidação do conhecimento, em consonância com a BNCC, que valoriza a investigação científica e a aprendizagem colaborativa (BNCC, 2017; FURLANI, 2018).

### Percepção da Experiência e Recomendações

A análise das respostas à questão 3.1, sobre a parte preferida da oficina, revelou uma distribuição significativa entre os participantes: a analogia da cromatografia em coluna foi a mais mencionada, sendo destacada por 9 participantes (45%). Em seguida, o experimento de cromatografia em papel apareceu como a segunda escolha mais popular, com 8 indicações (40%). Já a explicação geral sobre cromatografia foi apontada por 2 participantes (10%), enquanto a explicação sobre o cromatograma, que incluiu o uso do *software*, foi a preferência de apenas 1 participante (5%).

O destaque da analogia da cromatografia em coluna — a “cromatografia humana” — evidencia o sucesso da oficina em tornar um conceito abstrato da Análise Instrumental mais palpável, lúdico e acessível, o que é fundamental para despertar o interesse pela pesquisa e inovação na área. Em síntese, os resultados das avaliações qualitativa e quantitativa confirmam o êxito da oficina “Misturou? Relaxa! A cromatografia separa!” no alcance de seus objetivos. A elevada satisfação dos participantes e a assimilação dos conceitos de cromatografia validam a eficácia das metodologias ativas e da proposta como uma instalação pedagógica imersiva. A experiência contribuiu significativamente para a aprendizagem de conteúdos essenciais da Química Analítica, ao mesmo tempo em que promoveu o protagonismo estudantil, em consonância com os princípios da BNCC e com os propósitos do Projeto de Extensão “Instrumentalizando: Eu Cientista!” (1ª Edição).

### Conclusões

O desenvolvimento e a aplicação do recurso didático programado em *Python* para o ensino de cromatografia, inserido no escopo do Projeto de Extensão “Instrumentalizando: Eu Cientista!”, representaram uma contribuição significativa para o ensino de Análise Instrumental em cursos técnicos. O cromatograma didático gerado digitalmente provou ser uma ferramenta eficaz para a visualização e compreensão de conceitos complexos, possibilitando a superação das barreiras de abstração e tornando a cromatografia mais acessível a um público diverso.

Os resultados demonstram que a utilização de metodologias ativas e recursos tecnológicos pode enriquecer significativamente a experiência de aprendizagem, promovendo

não apenas a apreensão de conteúdo técnico, mas também o desenvolvimento de competências essenciais como o raciocínio científico, a comunicação de dados e a capacidade de análise crítica. Este estudo reforça o alinhamento do projeto com as diretrizes da BNCC e os ODS, ao promover uma educação inovadora e engajadora.

Como direções futuras, sugere-se a expansão deste recurso para outras técnicas instrumentais, a incorporação de elementos de gamificação para aumentar o engajamento dos estudantes, e a realização de avaliações mais aprofundadas sobre o impacto do recurso no aprendizado a longo prazo e na motivação dos estudantes para a pesquisa científica. A contribuição principal deste estudo reside na demonstração da eficácia de recursos didáticos desenvolvidos por estudantes, utilizando programação, como ferramentas inovadoras para a popularização da ciência e o ensino de química de forma prática e inclusiva.

### **Agradecimentos**

Agradecemos a Pedro Henrique Cardoso, à Pró-Reitoria de Extensão (PROEX), ao IFRJ - CDuC, e à IX SEMAC por todo o apoio e colaboração.

### **Referências**

BACICH, L. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Penso Editora, 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Brasília, DF: MEC, 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. **Competências específicas de Computação no Ensino Médio**. Brasília, DF: MEC, 2022.

FURLANI, J. **Aprendizagem por projetos e tecnologias: a construção de um currículo por competências**. Pimenta Cultural, 2018.

SANTOS, S. D. **Metodologias ativas na educação básica: um guia prático para transformar o aprendizado**. Autêntica, 2018. SERRA, C. A. G. **Educação por projetos: metodologia de ensino e aprendizagem**. Editora Vozes, 2016.