

VISÍVEL PARA O MUNDO INVISÍVEL: UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVO PARA O ENSINO DA RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA

Enrique Vericimo Ernesto de Moraes¹, Doris Kohatsu², Gustavo Dias Tude Vieira³,

Instituto Federal de São Paulo (IFSP), Licenciatura em Física - enrique.vericimo@aluno.ifsp.edu.br

² Instituto Federal de São Paulo (IFSP), Física - DCM - doris@ifsp.edu.br

³ Instituto Federal de São Paulo (IFSP), Licenciatura em Física, tude.gustavo@aluno.ifsp.edu.br

INTRODUÇÃO

A presença da Física Moderna e Contemporânea, especialmente a Física das Radiações, é evidente no cotidiano atual, permeando desde aplicações médicas a tecnologias de comunicação. No entanto, o ensino desta temática no Ensino Médio (EM) enfrenta desafios significativos. Frequentemente, observa-se uma abordagem tradicional, pautada na resolução mecânica de exercícios e na memorização de fórmulas, em detrimento da compreensão dos fenômenos físicos e da construção da crítica necessária para a formação cidadã.

Análises de materiais do Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) apontam para um excesso de conteúdo conceitual, afastando o aluno da experimentação e da investigação científica. Em contrapartida, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) propõe o desenvolvimento de competências que incentivem a curiosidade intelectual e o recurso à abordagem própria das ciências para investigar causas, elaborar e testar hipóteses e formular problemas. Diante disso, a sequência didática planejada teve parte de sua fundamentação teórica alicerçada na competência geral da BNCC:

- Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas. (BRASIL, 2017)

Por outro lado, para realizar uma abordagem mais específica do ensino de Física das Radiações, baseamo-nos no entendimento na Competência Específica 3 de Ciências da Natureza, a saber:

- Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC). (BRASIL, 2017)

Para alinhar o ensino de Física a estas diretrizes, foi adotada a perspectiva do Ensino de Ciências por Investigação (ENCI). Conforme Carvalho (2014, p.13) esta abordagem não se limita à manipulação de materiais, mas exige a transição fundamental da *ação manipulativa* para a *ação*

intelectual, permitindo aos alunos estruturar o seu pensamento e construir explicações causais para os fenômenos. Neste contexto, o ensino de física visa promover a Alfabetização Científica, entendida como um processo contínuo que capacita o sujeito a analisar situações e tomar decisões com base em conhecimentos científicos (SASSERON, 2015).

Diante disto, este trabalho apresenta um relato de experiência do desenvolvimento da oficina "Visível Para o Mundo Invisível", parte integrante de uma sequência didática com ênfase na radiação ultravioleta voltada para o Ensino Médio. Essa proposta faz parte de um projeto de Iniciação Científica para estudantes de licenciatura em Física do Instituto Federal de São Paulo (IFSP) e do Instituto de Física da USP (IFUSP), dentro do projeto Praticar Ciência, uma iniciativa da FAPESP em conjunto com a Fundação Roberto Marinho (FRM), que tem como objetivo a transposição didática dos conhecimentos científicos produzidos nos laboratórios de pesquisa para diferentes públicos através da publicação deste material na plataforma digital Co.educa, possibilitando que professores da educação básica possam utilizar e adaptar esse material em suas salas de aula.

METODOLOGIA

A presente proposta teve seu desenvolvimento iniciado em agosto de 2025, sendo pensada para ser aplicada em instituições de ensino básico, prevendo uma duração de 90 minutos (duas aulas). Seu objetivo é possibilitar que os participantes possam identificar a presença da radiação ultravioleta no ambiente através de materiais do cotidiano utilizando o fenômeno da fluorescência, construindo uma conscientização acerca dos riscos e dos benefícios relacionados à saúde. Sua construção se deu a partir de uma problemática experimental seguindo de forma adaptada o modelo proposto por (Carvalho, 2014), cujas etapas são: problematização; proposição do problema; etapa de resolução do problema pelos alunos; sistematização teórica; sistematização do conhecimento.

Inicialmente as atividades foram testadas entre os membros do grupo de pesquisa que inclui com quatro licenciandos em física e a professora orientadora do projeto; posteriormente, aplicada como oficina em setembro, na 17ª Semana de Educação, Ciência e Tecnologia do Campus São Paulo do IFSP (SEDCITEC), evento de extensão do IFSP-SPO com 15 estudantes do IFSP sendo 9 do curso de licenciatura em Física e 6 dos cursos técnicos integrados ao médio do IFSP a fim de autoavaliar nossa proposta e reaplicada entre os membros do grupo para refinamento da sequência proposta.

Pensando nos cuidados éticos, apresentamos neste relato as atividades realizadas inicialmente dentro do próprio grupo de pesquisa, As imagens ilustrativas das figuras 1, 2 e 3 são produções internas de membros do grupo de pesquisa. A execução desta proposta necessita de sala com *black out*, com o mínimo de qualquer luz externa que pudesse iluminar seu interior.

Os materiais utilizados nesta oficina são: materiais fluorescentes (giz de cera neon 6 cores; caneta hidrográfica de 6 cores; papel colorido neon caneta marca texto; post-it) e não fluorescentes (giz de cera 12 cores; caneta hidrográfica 24 cores; protetor solar fator 30; água tônica; folhas de couve; álcool etílico 95°; azeite de oliva; sabão em pó; semente de abóbora; feijão carioca; semente de chia; lâmpada de luz negra;).

Inicialmente os participantes foram orientados a se reunir em uma mesa onde materiais fluorescentes e não fluorescentes foram distribuídos. Os mesmos foram instruídos a criar representações artísticas utilizando a ampla variedade de materiais disponíveis (figura 1), sendo construída dessa forma a *problemática*.

Após o desenvolvimento de suas artes, os participantes foram instruídos a iluminar seus desenhos com lâmpada de luz negra, causando um brilho peculiar emitido por alguns dos materiais. Esse momento gerou encantamento entre os participantes, pois como sugere Carvalho, (2014 p.10) “o material didático deve ser intrigante para despertar a atenção deles”, estimulando a curiosidade e a investigação científica, fomentando o pensamento científico.

Figura 1 – Produção de desenhos com material fluorescente e não fluorescente. À esquerda iluminada com luz branca e à direita com luz negra.



Fonte: Autoria própria.

A variedade nos materiais disponibilizados possibilitou a construção da *proposição*, onde os participantes puderam perceber que ao iluminar seus desenhos com a luz negra, apenas algumas partes do desenho emitem um brilho espontâneo, enquanto que na luz branca comum da sala, nenhum dos materiais pareciam emitir essa luminosidade. De acordo com Carvalho (2014, p.11):

O material didático deve permitir que o aluno, ao resolver o problema, possa diversificar suas ações, pois é quando vai poder variar a ação e observar alterações correspondentes da reação do objeto que ele tem a oportunidade de estruturar essas irregularidades.

A escolha de fornecer diferentes materiais atraiu a curiosidade dos participantes, instigando a curiosidade e a investigação. Nesse momento, os mesmos levantaram questões sobre o porquê de alguns dos materiais utilizados emitirem aquele brilho espontâneo e outros não.

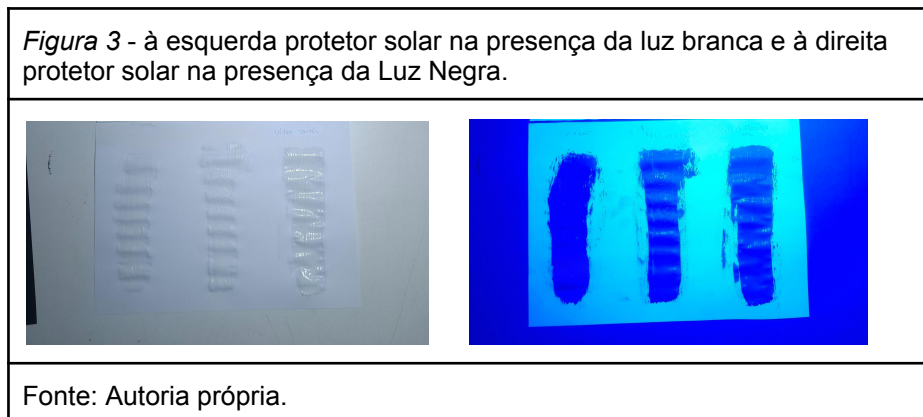
Como forma de abranger uma maior gama de objetos fluorescentes, optamos por dispor de uma sessão de demonstrações. A primeira etapa consistiu em extrair a clorofila da folha de couve, utilizando almofariz e pistilo para triturar-la e álcool etílico 95% para dissolvê-la. Essa experiência possui o intuito de demonstrar que assim como os outros materiais, há materiais na natureza como a clorofila que emitem um brilho na coloração vermelha intensa ao ser colocada sob a luz negra (figura 2a). Em seguida, demonstramos outros materiais presentes no cotidiano que emitem a fluorescência (figura 2b) como água tônica; azeite de oliva; semente de chia; semente de abóbora; feijão carioca; sabão em pó.

<i>Figura 2 - Materiais do cotidiano que emitem um brilho espontâneo na presença da luz negra.</i>	
	
(a) Fluorescência da clorofila.	(b) Fluorescência na água tônica; extrato de clorofila; azeite de oliva; sabão em pó; semente de abóbora; feijão carioca; semente de chia.
Fonte: Autoria própria.	

Este momento teve como propósito instigar a curiosidade e incentivar o processo investigativo diante dos questionamentos sobre o fenômeno observado. Ao manipular os diferentes materiais apresentados, foi possível constatar experimentalmente que o brilho emitido não é uma propriedade intrínseca do material, e que depende da sua composição e da sua interação com o tipo de luz - luz branca ou luz negra - que incide sobre ele. Esse processo de levantamento e teste de hipóteses caracterizou a etapa de *resolução do problema* pelos alunos, conforme propõe Carvalho (2014).

Após a observação da fluorescência em materiais do cotidiano, pedimos aos participantes que testassem o que poderia acontecer com o protetor solar ao ser colocado sob a luz negra, o

espalhando-o em uma folha de papel branco. Os participantes se impressionaram ao perceberem que a região onde o protetor foi aplicado escurecia, enquanto o restante do papel continuava a emitir um brilho, como mostrado na figura 3.



Após o levantamento de hipóteses pelos estudantes sobre a origem do brilho, realizamos a *sistematização teórica* do fenômeno da fotoluminescência utilizando como base teórica as obras Física Conceitual (Hewitt, 2023) e Física das Radiações (Okuno, 2010). Retomando as observações feitas com a luz negra, foi construído com os participantes o conceito de fluorescência: identificou-se que a radiação ultravioleta (invisível, de maior energia) é absorvida pelo material e, após uma perda parcial de energia inicial, é reemitida como radiação visível (de menor energia).

Durante a discussão teórica os participantes questionaram por qual motivo a luz negra consegue fazer com que os materiais emitam fluorescência, mas na presença da luz branca da sala não. Esse questionamento demonstra o exercício da curiosidade intelectual e reflexão acerca do problema proposto. Explicamos que no caso das lâmpadas fluorescentes, que inclui tanto a luz negra quanto a luz branca presente no ambiente.

A luz ultravioleta (UV) é emitida pelo gás quando excitada por uma corrente elétrica alternada. A luz UV, por sua vez, excita a tinta fosforescente na superfície interna do tubo de vidro, a qual, então, emite luz branca (HEWITT, 2023).

A diferença entre a luz branca para a luz negra é que no caso da última, a película que a reveste impede a passagem de parte da luz visível e permite a passagem do ultravioleta. Foi necessário salientar que a luz na cor violeta que é vista na lâmpada de luz negra não é o ultravioleta, mas sim apenas uma faixa da luz visível.

De acordo com Carvalho (2014 p.17) “(...) as atividades de contextualização social do conhecimento ou de aprofundamento podem ser feitas com textos de Histórias das Ciências. Esses são muito ricos, pois iniciam os alunos às ideias e aos processos aplicados pelos

cientistas". Diante disso vemos a importância da contextualização histórica por trás do experimento que possibilitou a descoberta da radiação ultravioleta por Johann Wilhelm Ritter em 1801 (CoolCosmos, 2022). Para que fosse possível demonstrar esse experimento, foi utilizado um prisma em conjunto com um retro-projetor possibilitando visualizar o espectro da luz visível, ilustrando como Ritter utilizou papel fotossensível para detectar a existência de "raios invisíveis" além do violeta no espectro solar.

Por fim, a última etapa propõe *sistematizar o conhecimento em grupo*. Propusemos a criação de uma atividade artística final em conjunto, utilizando os materiais de forma consciente, com o objetivo de avaliar o conhecimento obtido, pois de acordo com (Sasseron, 2015 p.60) "(...) promover interações discursivas contribui diretamente para o desenvolvimento do pensamento e, consequentemente, para o desenvolvimento intelectual".

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação da oficina "Visível Para o Mundo Invisível" demonstrou o potencial da proposta promovendo o engajamento estudantil e o desenvolvimento de práticas investigativas. A escolha de materiais do cotidiano que interagem à luz ultravioleta funcionou como um elemento motivador eficaz. Observou-se que o impacto visual provocado pelo fenômeno da fluorescência cumpriu o papel de despertar a curiosidade intelectual, etapa fundamental para a proposição do problema, uma vez que "o material didático deve ser intrigante para despertar a atenção" (Carvalho, 2014).

Um ponto importante na aprendizagem conceitual foi a etapa de investigação com o protetor solar. Ao visualizarem a absorção da radiação ultravioleta emitida pela luz negra pelo filtro solar evidenciada pela mancha escura no papel, os estudantes estabeleceram uma conexão entre o conceito físico abstrato e a necessidade do uso de protetor solar a fim de evitar o câncer de pele. Esse momento materializou o objetivo da alfabetização científica, definida por Sasseron (2018. p.1068) como a possibilidade de os sujeitos utilizarem conhecimentos científicos para a "análise de fenômenos e de situações a eles relacionadas e tomar suas decisões". Compreendeu-se ali a física por trás da proteção contra a radiação ultravioleta, validando sua relevância social.

Apesar do êxito, a aplicação evidenciou a necessidade de reestruturação. No roteiro aplicado, unir a fluorescência, aplicações em saúde e contextualização histórica em 90 minutos gerou sobrecarga cognitiva e temporal. A tentativa de cobrir todos os eixos sem pausas para sistematização comprometeu a profundidade da investigação, especialmente diante dos cronogramas estritos da rede pública. Como solução, optou-se pela *modularização da oficina* em dois momentos independentes: (i) investigação da fluorescência e (ii) fotoproteção. Nesta última,

incluiremos experimentos com lentes de proteção UV e a ação da radiação UV nos olhos humanos abordado de maneira subjacente na oficina.

Um dos desafios encontrados para essa execução em diferentes escolas é a necessidade de ambientes que possam estar completamente escuros. Isso impõe uma barreira logística já que não é incomum encontrar escolas que sequer dispunham de cortinas nas janelas ou de laboratórios práticos adequados pois “infelizmente, a realidade que hoje encontramos na grande maioria das escolas brasileiras deixa claro que esse espaço tem recebido cada vez menos atenção” (Sasseron, 2015 p.52). Pensamos na construção de caixas escuras que permitam a visualização do fenômeno da fluorescência mesmo em ambientes iluminados como uma forma de superar esse limite.

Identificou-se também a carência de métodos avaliativos individuais e a inclusão de atividades de sistematização final para aferir a apropriação dos conceitos que serão trabalhados em futuras aplicações. Conforme orienta Carvalho (2014, p.18), ao término de cada ciclo de uma sequência de ensino investigativa, é fundamental organizar uma atividade de avaliação que sirva como instrumento para que tanto os alunos quanto o professor “confiram se estão ou não aprendendo”, garantindo que a construção do conhecimento tenha sido efetiva para todos.

Por fim, a vivência impactou a formação docente dos autores, reforçando que o ensino de ciências deve ir além dos conceitos, focando no desenvolvimento de habilidades investigativas. A experiência exigiu sensibilidade para gerir o tempo e mediar a construção autônoma do conhecimento.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do processo de desenvolvimento da oficina "Visível Para o Mundo Invisível", constata-se que a vivência proporcionada pela Iniciação Científica proporcionou o cumprimento dos objetivos acadêmicos, constituindo-se como um momento decisivo na nossa formação como futuros professores. A experiência de transpor o conhecimento rigoroso da Física das Radiações para uma linguagem acessível e investigativa permitiu-nos vivenciar, na prática, a complexidade da docência, que não se resume ao domínio do conteúdo específico, mas exige sensibilidade para articular saberes pedagógicos e científicos.

Os impactos deste trabalho na formação docente tornaram-se evidentes na necessidade de constante reestruturação do planejamento. Ao nos depararmos com os desafios reais como a limitação de tempo, a rigidez curricular e a falta de infraestrutura, fomos forçados a abandonar uma postura idealizada de ensino. A busca por soluções criativas, como a modularização da sequência e a confecção das caixas escuras, permitiu desenvolver uma identidade docente

reflexiva e propositiva, capaz de adaptar metodologias ativas (EnCI) às condições materiais da rede pública sem perder o rigor conceitual.

Compreende-se que promover a Alfabetização Científica e a autonomia intelectual dos estudantes exige um planejamento intencional, onde a gestão do tempo, do espaço e das interações discursivas é tão crucial quanto a explicação física. Em suma, o projeto reafirmou a importância da articulação entre o conhecimento acadêmico e o ensino básico, demonstrando que a formação inicial se fortalece quando a teoria pedagógica é confrontada e refinada pela realidade da sala de aula.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, à Fundação Roberto Marinho; ao prof. dr. Neilo Trindade e ao grupo em Dosimetria das Radiações e Física Médica (GDRFM) e ao Instituto Federal de São Paulo, *campus* São Paulo. Em especial aos estudantes da licenciatura em Física participantes deste grupo de pesquisa: Carlos Eduardo Almeida Sobrinho, Eduardo Vinicius de Souza Marques, Rafaela Bogado Di Raimo. E, por fim, aos meus queridos amigos Vitor Gabriel Cruz de Santana e Milena Gomes de Sales por todo o apoio durante a construção desse trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2017.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **Ensino de Ciências Por Investigação: Condições para Implementação em Sala de Aula**,.. 2014.

HEWITT, Paul G. **Física conceitual**. 13ª. ed. Porto Alegre: Bookman, 2023.

IPAC, JPL, CALTECH, NASA. The Ritter Experiment. **Cool Cosmos website**. Disponível em https://coolcosmos.ipac.caltech.edu/page/lesson_ritter_experiment . Acesso em: 9 set. 2025.

OKUNO, Emico; YOSHIMURA, Elisabeth Matheus. **Física das Radiações**. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

SASSERON, Lúcia Helena. Alfabetização Científica, Ensino por Investigação e Argumentação: Relações Entre Ciências da Natureza e Escola. **Revista Ensaio**, nov. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-2117201517s04>. Acesso em: 9 dez. 2025.

SASSERON, Lúcia Helena. Ensino de Ciências por Investigação e o Desenvolvimento de Práticas: Uma Mirada para a Base Nacional Comum Curricular. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, dez. 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4833>. Acesso em: 9 dez. 2025.