

Sala de aula invertida: uma proposta didática para o ensino de Física

Flipped classroom: a didactic proposal for the teaching of Physics

Aula invertida: una propuesta didáctica para la enseñanza de la Física

Sonia Alexandre (soniaalexandre30@gmail.com)

Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Unioeste, Brasil

Orcid: 0000-0002-7113-7413

Marcia Borin da Cunha (marcia.cunha@unioeste.br)

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Unioeste, Brasil

Orcid: 0000-0002-3953-5198

Resumo:

O nome atribuído a esta metodologia, segundo a definição dos autores Jonathan Bergmann e Aaron Sams, sinalizam como é o procedimento nesse tipo de metodologia. O que, geralmente, é realizado em sala de aula passa a ser feito em casa e o que era destinado a ser realizado em casa, é feito na sala de aula. Por essa inversão de atividades é que essa metodologia ficou conhecida como Sala de Aula Invertida (SAI). Dito isto, apresentamos uma proposta desenvolvida com o objetivo de auxiliar no ensino do conteúdo de Efeito Fotoelétrico, baseado na realidade escolar e levando em conta o tempo destinado às aulas de Física. Neste trabalho é proposto um roteiro de trabalho que utiliza a metodologia da Sala de Aula Invertida (SAI). São disponibilizados aos estudantes vídeos do *Youtube* e materiais no formato PDF como instrumentos auxiliares para o estudo do conteúdo. As atividades propostas aos estudantes são a apresentação de um seminário e a produção de um vídeo curto abordando o assunto. Esperamos que este material possa ajudar professores que desejam trabalhar este conteúdo de forma diferenciada, ficando o profissional livre para fazer as adequações de acordo com sua realidade, mas preservando a essência da SAI.

Palavras-chave: Metodologia ativa; Sequência didática; Efeito Fotoelétrico; Estudante.

Abstract:

The name given to this methodology, as defined by authors Jonathan Bergmann and Aaron Sams, indicate how the procedure is in this type of methodology. What is usually done in the classroom is done at home and what was intended to be done at home is done in the classroom. Due to this inversion of activities, this methodology became known as the Inverted Classroom (SAI). That said, we present a proposal developed with the objective of helping in the teaching of the Photoelectric Effect content, based on the school reality and taking into account the time allocated to Physics classes. In this work, a work script is proposed that uses the methodology of the Flipped Classroom (SAI). Youtube videos and materials in PDF format are made available to students as auxiliary tools for studying the content. The activities proposed to students are the presentation of a seminar and the production of a short video addressing the subject. We hope that this material can help teachers who want to work with this content in a

different way, leaving the professional free to make adjustments according to their reality, but preserving the essence of the SAI.

Keywords: Active methodology; Following teaching; Photoelectric effect; Student.

Resumen:

El Aula Invertida se caracteriza por la inversión del modelo considerado tradicional de enseñanza, que por lo general consiste en una clase expositiva, donde el docente expone y comenta los contenidos a trabajar en el espacio del aula y pasa actividades para que los alumnos realicen en casa. Dicho esto, presentamos una propuesta desarrollada con el objetivo de auxiliar en la enseñanza del contenido Efecto Fotoeléctrico, buscando abordar el tema de manera clara y objetiva, con base en la realidad escolar y teniendo en cuenta el tiempo destinado a las clases de Física. En este trabajo se propone una guía de trabajo que utiliza la metodología del Aula Invertida (IAS). Se ponen a disposición de los alumnos vídeos de *Youtube* y materiales en PDF como herramientas auxiliares para el estudio de los contenidos. Las actividades propuestas a los alumnos son la presentación de un seminario que recoja los puntos principales del contenido y la producción de un breve vídeo sobre el tema. Esperamos que este material pueda ayudar a otros docentes que quieran trabajar los contenidos de Efecto Fotoeléctrico de una manera diferente, dejando al profesional la libertad de realizar ajustes de acuerdo con su realidad, conservando la esencia de SAI.

Palabras-clave: Metodología activa; siguiendo la enseñanza; Efecto fotoeléctrico; Alumno.

INTRODUÇÃO

O ensino de Física, assim como o ensino de outras áreas requer mudanças para que atenda o estudante contemporâneo, pois esse vive na era da realidade virtual com tecnologias muito mais avançadas do que aqueles estudantes do século XX. Neste sentido, Botero (2020, p. 5) afirma que: “As metodologias de ensino cujo foco está no aluno, sendo considerado o sujeito da construção de seu conhecimento, mudaram as perspectivas que anteriormente, tinham no professor a figura central do processo de ensino-aprendizagem”

Neste sentido, Mota e Nascimento (2023) destacam que:

Longe de serem uma novidade, as metodologias ativas de aprendizagem estão presentes há décadas em muitas agendas educacionais. Ainda no início século XX, John Dewey destacava as limitações de uma escolarização centrada no professor por meio da transmissão e assinalava os potenciais formativos de se ter como foco o “aprender fazendo”. (MOTA; NASCIMENTO, 2023, p. 432)

Do ponto de vista metodológico, para que ocorra a inserção do estudante como protagonista do seu aprendizado, há um vasto leque de opções, onde o professor pode optar por aquela que mais se adequa ao conteúdo que pretende trabalhar, ao tipo de turma e etapa de ensino que se quer atender e, obviamente, aos objetivos a serem alcançados.

Botero (2020, p. 5) apresenta que: “Atualmente, há, entre as novas práticas pedagógicas, modelos e teorias como a sala de aula invertida, o ensino por investigação e o ensino por experimentação”. Dentre essas, a proposta apresentada nesse artigo tem como foco a Sala de Aula Invertida (SAI), que é caracterizada pela inversão do modelo considerado tradicional de ensino, que de modo geral, consiste em uma aula expositiva, onde o professor apresenta e explica sobre o conteúdo a ser trabalhado no espaço da sala de aula e passa atividades para que os estudantes façam na sala de aula ou em casa.

Na perspectiva da SAI, o professor fornece ao estudante o conteúdo com antecedência, para que este tenha um tempo adequado de estudo do material e, em sala de aula, a critério do professor, ocorrem outras atividades sobre o conteúdo, como, por exemplo, discussão em grupo, seminários etc. e o professor atua como mediador da aprendizagem do estudante, sanando as possíveis dúvidas existentes sobre o conteúdo que está sendo tratado naquele momento.

Tendo em vista esses aspectos gerais sobre a SAI, esse trabalho foi desenvolvido e apresentado como parte integrante do trabalho de conclusão do curso (Dissertação) no Programa de Pós-Graduação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), da Sociedade Brasileira de Física (SBF), no polo 45, sediado na Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) e, nesse artigo trazemos a proposta de estudo do Efeito Fotoelétrico considerando atividades ancoradas na SAI.

O objetivo dessa proposta é contribuir e auxiliar os professores de Física, no ensino do conteúdo de Efeito Fotoelétrico (EF), buscando abordar o tema de forma clara e objetiva, baseando-se na realidade escolar e levando em conta o tempo destinado às aulas de Física.

A proposta didática utiliza a metodologia da Sala de Aula Invertida (SAI), onde são disponibilizados aos estudantes, vídeos do *Youtube* e materiais em no formato de arquivo *PDF* como instrumentos iniciais (anteriores a atividade em sala de aula) e auxiliares para o estudo do referido conteúdo.

As atividades propostas aos estudantes para execução em sala de aula são: apresentação de seminário, que contenha os principais pontos do conteúdo, por eles estudados, e a produção de um vídeo curto, abordando o assunto. A produção de um vídeo livre, para que os estudantes expressem o que aprenderam de diferentes formas. Esse é um espaço para que eles usem a tecnologia, criatividade e os conhecimentos adquiridos sobre Efeito Fotoelétrico.

1.1 Explicando a metodologia da SAI

O nome atribuído a esta metodologia, segundo a definição dos autores Jonathan Bergmann e Aaron Sams, sinalizam como é o procedimento nesse tipo de metodologia. O que, geralmente, é realizado em sala de aula passa a ser feito em casa e o que era destinado a ser realizado em casa, é feito na sala de aula. Por essa inversão de atividades é que essa metodologia ficou conhecida como Sala de Aula Invertida (SAI).

Sobre a criação da SAI, os autores Silva, Vasconcelos e Moura (2021, p. 541) afirmam que “[...] a metodologia da SAI foi proposta por Eric Mazur, nos anos 1990, como proposta para preencher as lacunas existentes entre o modelo de ensino tradicional e a sociedade contemporânea ligada às tecnologias”

Para a implantação dessa metodologia, algumas orientações aos estudantes são feitas a fim de melhorar os resultados, como a) focar nas atividades a serem feitas em casa, evitando distrações como mexer no celular, escutar música etc.; b) ver e rever, pausar, voltar o vídeo, assistir novamente para compreender melhor o conteúdo; c) trazer para a sala de aula somente as dúvidas que não puderam ser resolvidas sozinho; d) fazer anotações dos pontos considerados importantes. “Com essas orientações, as perguntas são mais pertinentes e ajudam o professor a perceber o que precisa ser melhorado” (BERGMANN; SAMS, 2021, p. 13).

Numa aula onde se adota essa metodologia, os primeiros minutos da aula, após o estudo em casa, são destinados à uma conversa sobre o que foi estudado, os estudantes expõem suas dúvidas e o professor vai dialogando com a turma até que se chegue ao esclarecimento. Logo após são propostas as atividades, que podem ser na sala de aula e/ou no laboratório. Podem ser atividade com resolução de problemas ou outra atividade pertinente ao conteúdo.

O papel do professor muda, deixando de ser transmissor de conhecimento para ser um orientador dos estudantes em relação ao estudo que deve ser desenvolvido, favorecendo esses com maior dificuldade, pois, neste momento pode ocorrer uma dedicação maior para eles, enquanto aqueles que já entenderam e tem facilidade, fazem as atividades propostas pelo professor, podendo auxiliar seus colegas sobre o entendimento do conteúdo. Assim, aquele estudante que já conseguiu compreender o conteúdo não fica entediado com o professor repetindo a mesma coisa várias vezes, e o estudante que ainda não entendeu tem uma oportunidade de compreendê-lo por meio do atendimento individualizado (ou parcialmente individualizado, quando em grupo) do professor. Além disso, o estudante que está com dificuldade de compreensão não fica exposto perante os colegas, deixando-o inibido, e acaba

por não perguntar e, conseqüentemente, não aprende o conteúdo. Com a SAI, o professor pode ir até o estudante, porque a metodologia lhe poupou tempo em sala de aula, pois não será necessário fazer toda exposição do conteúdo, pois isso já foi realizado previamente pelo professor aos estudantes, por meio do material que ele preparou e disponibilizou aos estudantes em momento anterior à aula.

No Quadro 1, apresentamos um comparativo entre ações de uma aula tradicional e a SAI para um conteúdo de Química (BERGMANN; SAMS, 2021, p. 12).

Quadro 1: Comparação do uso do tempo nas salas de aula tradicional e invertida

Sala de aula tradicional		Sala de aula invertida	
Atividade	Tempo	Atividade	Tempo
Atividade de aquecimento	5 minutos	Atividade de aquecimento	5 minutos
Repasso do dever de casa da noite anterior	20 minutos	Perguntas e respostas sobre o vídeo	10 minutos
Preleção de novo conteúdo	30 – 45 minutos	Prática orientada e independente e/ou atividade de laboratório	75 minutos
Prática orientada e independente e/ou atividade de laboratório	20 – 35 minutos		

Fonte: Bergman, 2021.

Como podemos observar, no modelo tradicional a preleção de conteúdos toma muito tempo. Na SAI este tempo pode ser empregado nas práticas orientadas, atividades de laboratório e esclarecimento de dúvidas, ou seja, esse tempo é usado no que realmente o estudante precisa de um professor. Bergmann e Sams (2021), apresentam o relato de um professor a respeito de sua experiência com o uso dessa metodologia:

No total conjunto de 37 anos de magistério, sempre nos sentimos frustrados com a incapacidade dos alunos de traduzir o conteúdo de nossas aulas em conhecimentos úteis, que lhes permitissem fazer o dever de casa. No entanto, um dia, Aaron teve uma ideia de que mudaria nosso mundo. Uma observação simples: “O momento em que os alunos realmente precisam da minha presença física é quando empacam e carecem de ajuda individual. Não necessitam de mim pessoalmente ao lado deles, tagarelando um monte de coisas e informações; eles podem receber o conteúdo sozinhos” (BERGMANN; SAMS 2021, p. 4)

A SAI facilita o seu trabalho, pois não é necessário que em todas as turmas, o professor faça a explanação dos conceitos introdutórios, como acontece no modelo tradicional de ensino. Nesse sentido, Bergmann e Sams relatam a experiência de um professor do Texas:

A percepção mais adequada da transformação do professor talvez seja a de Shari Kendrick, professor em San Antonio, Texas, Estados Unidos, que adotou nosso modelo: “Não preciso ir à escola e repetir a mesma exposição cinco vezes por dia. Agora, passo os dias interagindo com os alunos e os ajudando na aprendizagem”. Um

dos grandes benefícios da inversão é o de que os alunos que têm dificuldade recebem mais ajuda. Circulamos pela sala de aula o tempo todo, ajudando os estudantes na compreensão de conceitos em relação aos quais se sentem bloqueados. (BERGMANN; SAMS, 2021, p. 11)

Diante do contexto até então apresentado, podemos destacar que nenhuma metodologia por si só irá resolver os problemas de aprendizagem, mas é preciso buscar estratégias e metodologias adequadas para o momento, turma e conteúdo. A SAI tem diversos pontos positivos, mas isso não a torna uma abordagem absoluta. Cada professor conhece sua turma e sabe o que é necessário para melhor a aprendizagem.

METODOLOGIA DA SAI PARA ESTUDO DO EFEITO FOTOELÉTRICO

Para este trabalho sugerimos alguns vídeos, escolhidos e estudados segundo critérios de coerência com o tema e linguagem acessível (clara, descomplicada e objetiva), que possuem uma dimensão de divulgação científica, e não apresentam informações errôneas e nem imagens deformadas da ciência. Neste sentido, Rinaldi (2016), discute critérios que orientaram a escolha:

Ser passível de adaptações à realidade de cada professor e de seus alunos. Precisam atender as possibilidades concretas de cada professor e as necessidades dos alunos no processo de ensino e aprendizagem;
Permitir questionamento, integrando-o com o assunto de aula, retomando-o em parte ou em todo;
Integrar e desenvolver o assunto curricular desejado. Ser referente ao conteúdo programático;
Deve ter embasamento científico;
Favorecer o aprofundamento de temas estudados. (RINALDI, 2016, p. 778)

Para melhor desempenho no trabalho a ser desenvolvimento, é necessário que haja organização. Conforme apresentamos no quadro 2, é possível observar uma distribuição de atividades de acordo com o número de aulas estipulado para o estudo do conteúdo de efeito fotoelétrico em aulas de física do segundo ano do ensino médio.

Quadro 2: Distribuição de aulas

Aula 1	Esta aula é destinada a explicação para os estudantes, da metodologia que será adotada. Sendo este tempo importante, principalmente se o uso da SAI (metodologia onde o aluno recebe o material do conteúdo estuda em casa, e traz para sala de aula suas dúvidas e executa as atividades sobre ele), for desconhecido pelos alunos. Essa aula, também se destina a aplicação de um pré-teste (conforme item
---------------	---

	2.4), cuja finalidade é verificar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre Efeito Fotoelétrico.
Aula 2	Destinada à distribuição do material sobre o conteúdo, formação dos grupos de trabalho e explanação de orientações pertinentes ao estudo e elaboração das atividades a serem desenvolvidas (seminário e produção dos vídeos). Esclarecimento de dúvidas dos estudantes. Para a interação com os estudantes durante o tempo que eles realizavam os estudos em casa, foi criado um grupo no aplicativo <i>whatsApp</i> , para que pudessem manifestar alguma dúvida que houvesse na execução do trabalho proposto.
Aula 3	Apresentação dos trabalhos realizados pelos estudantes na forma de seminário e vídeos produzidos, com esclarecimentos de dúvidas e questionamentos.
Aula 4	Encerramento das atividades com a aplicação do pós-teste (conforme item 2.5) ou outro instrumento avaliativo.

Fonte: Autor, 2022.

O professor deve organizar a turma em grupos de modo que cada grupo tenha temas diferentes acerca do conteúdo de Efeito Fotoelétrico. Neste trabalho foram formados três grupos, sendo os temas assim distribuídos: 1. Fatos históricos; 2. Definição de efeito fotoelétrico; 3. Aplicação do efeito fotoelétrico no cotidiano. Caso seja necessário adequar a sua realidade, forme mais grupos ou use outros critérios que considere pertinente para a organização dos grupos e temas.

Organização do trabalho

Nos quadros 3, 4 e 5 apresentamos os materiais sugeridos aos estudantes para o desenvolvimento das atividades.

Quadro 3: Distribuição dos materiais para o grupo 01

Grupo 01 - Fatos históricos EF

Vídeo	Teoria do fóton https://www.youtube.com/watch?v=C2NnmFLgso (acesso em 20/04/2018)
Material instrucional	Uma breve história da luz até o efeito fotoelétrico https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/46926 https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/46926 (acesso em 20/04/2018)
Questão norteadora para o trabalho	De acordo com vídeo e material complementar sobre o surgimento do efeito fotoelétrico, faça uma pesquisa contando um pouco da história sobre os estudos realizados sobre esse assunto e os seus respectivos pesquisadores. Qual o papel de Albert Einstein no desenvolvimento do conceito?

Fonte: Autor, 2022.

Quadro 4: Distribuição dos materiais para o grupo 02

Grupo 02 - Definição de Efeito Fotoelétrico	
Vídeo	Física - Efeito fotoelétrico exercício https://www.youtube.com/watch?v=jJEIfFr71-Q (acesso em 20/04/2018)
Material instrucional	Teoria da dualidade onda-partícula da luz de Einstein https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/46926 https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/46926 (acesso em 20/04/2018)
Questão norteadora para o trabalho	O modelo ondulatório para luz explica satisfatoriamente o efeito fotoelétrico? Assistam o vídeo e leiam o material impresso. Se julgarem necessário procurem em mais sites sobre o assunto para realizar o trabalho.

Fonte: Autor, 2022.

Quadro 5: Distribuição dos materiais para o grupo 03

Grupo 03 – Aplicações do EF	
Vídeo	Fotocélula o que é e como funciona? [Relé Fotoelétrico] (https://www.youtube.com/watch?v=w6uf4Ca1W8g , (acesso 20/04/2018))
Material instrucional	Aplicações do Efeito fotoelétrico Fonte: https://www.todamateria.com.br/efeito-fotoeletrico/ (acesso em 20/04/2018)
Questão norteadora para o trabalho	Como o uso de fotocélulas podem contribuir para a economia de energia elétrica? Faça uma pesquisa sobre as aplicações do uso de fotocélulas em nosso cotidiano e os benefícios para a sociedade.

Fonte: Autor, 2022.

Encaminhamentos metodológicos sobre a sequência das aulas

Aula 01: o professor explica aos estudantes como devem ser feito os estudos em casa, as etapas da metodologia da SAI, como ocorrerá cada aula. Entrega aos estudantes de um cronograma com os dias e as atividades a serem desenvolvidas, esclarecimento de todas as dúvidas para que os estudantes tenham clareza de como tudo irá ocorrer. Também o professor deverá aplicar um pré-teste sobre efeito fotoelétrico, para que possa ao final das atividades verificar se houve aprendizado com a turma trabalhada;

Aula 02: o professor orienta a turma para que os estudantes formem os grupos. É importante que o professor escolha três estudantes que tenham maior afinidade e facilidade com a Física para que sejam os líderes e estes organizem a composição de seus grupos. Assim, os grupos ficam com uma organização que permite que um estudante oriente os demais, no momento em eles estiverem estudando o conteúdo em casa. Depois distribua um *pen drive* para cada grupo, e mostre o que está dentro de cada *pen drive* no projetor, assim os alunos já terão conhecimento do que precisam fazer, mas sem explicar o conteúdo de efeito fotoelétrico;

Aula 03: o professor conduz as apresentações dos seminários, seguindo a ordem sequencial 1, 2, 3, para que fique estruturado o assunto. O professor pede para que cada grupo que apresente para toda a turma explicando o seu tema de estudo e o vídeo do material que receberam, assim todos os estudantes terão conhecimento do que foi estudado pro cada grupo. Permita que os estudantes apresentem o estudo e as pesquisas que fizeram e, logo após, abra

espaço para perguntas, dúvidas tanto do grupo que está apresentando quanto dos que estão assistindo e, por último, os estudantes devem apresentar o vídeo que produziram;

Aula 04: o professor retoma o conteúdo fazendo um breve resumo e esclarecendo as dúvidas e questionamentos dos estudantes que possam surgir. Logo após, o professor encerra com aplicação do pós-teste, composto por questões sobre o efeito fotoelétrico.

A SAI na prática

A partir da análise dos resultados, notamos que a maioria dos estudantes se adaptaram bem a metodologia proposta. Houve aumento da compreensão do conceito de efeito fotoelétrico, como nos mostra a análise conjunta no pós-teste das questões 4, 5, 6, 7 e 9, além de uma avaliação positiva do produto educacional pelos estudantes.

É possível avaliar positivamente a forma como o conteúdo foi disponibilizado em *pen drive*, contendo vídeo e o material instrucional, pois os estudantes trouxeram para o seminário pontos relevantes do EF e não apresentaram muitas dúvidas a respeito do conteúdo. Isto pôde ser verificado tanto em sala de aula como via aplicativo de mensagens, no período de estudo do material, em casa. Assim, entendemos que há indícios que o material disponibilizado foi suficiente e adequado para a compreensão do conteúdo.

Em relação a aplicabilidade do produto e interação com a turma, a maioria dos estudantes cumpriram com as atividades propostas. Ainda assim, foi possível perceber que alguns estudantes estavam reservados e tímidos durante as discussões em sala de aula. Isto ficou evidente quando os grupos fizeram as apresentações e houve necessidade de se fazer alguns questionamentos para estimular a discussão a cerca do assunto.

A fim de não ser invasiva com os estudantes, evitando constrangimentos, a professora não forçou nenhum questionamento, pois alguns estudantes são muito tímidos e, apesar de terem conhecimento, não gostam de falar em público. Nesse sentido, a professora foi cautelosa para não deixá-los desconfortáveis, mesmo porque, na perspectiva da SAI, o estudante deve ser estimulado a usar o tempo da aula para tirar suas dúvidas e fazer os questionamentos que julgar pertinentes ao professor e não o contrário. Por outro lado, a interação nos grupos, na etapa de estudos em casa ocorreu e o resultado foi positivo. Perguntados sobre o que acharam do trabalho em grupo, a maioria foi favorável, como aponta a análise da questão 10 do pós-teste.

Porém nota-se como ainda é forte a imagem da aula na perspectiva de transmissão de conhecimento, colocada pelo método tradicional. Assim, o professor deve levar em conta isso e estar preparado para desenvolver/aplicar esta metodologia de forma consistente e com planejamentos de médio e longo prazo.

Pré-teste sobre o efeito fotoelétrico (EF):

01. É possível obter corrente elétrica iluminando um pedaço de metal.

Você considera esta afirmação:

Verdadeira

Falsa

Justifique sua resposta.

R:.....

02. Você conhece o efeito fotoelétrico?

Sim

Não

Caso a resposta seja sim, relate de maneira resumida o que sabe a respeito do assunto e como soube (jornais, revistas, internet ou outros).

R:.....

03. Você acha que presenciamos o efeito fotoelétrico em nosso cotidiano?

Sim

Não

Caso sua resposta seja sim, cite exemplos nos quais o EF esteja presente em nosso dia a dia.

R:.....

04. A luz é constituída por pacotes de energia, denominados:

a) bárions

b) dípolos

c) íons

d) pulsos

e) fótons

05. O EFEITO FOTOELÉTRICO, fenômeno que a Física Clássica não conseguiria descrever adequadamente, consiste na retirada de elétrons da superfície de um metal atingido por:

a) ondas sonoras

b) ondas eletromagnéticas

c) ondas mecânicas transversais

d) ondas mecânicas longitudinais

06. O efeito fotoelétrico é um fenômeno pelo qual:

a) elétrons são arrancados de certas superfícies quando há incidência de luz sobre elas.

b) as lâmpadas incandescentes comuns emitem um brilho forte

c) as correntes elétricas podem emitir luz

d) as correntes elétricas podem ser fotografadas

e) a fissão nuclear pode ser explicada

07. O dualismo onda-partícula refere-se a características corpusculares presentes nas ondas luminosas e a características ondulatórias presentes no comportamento de partículas, tais como elétrons. Dentre os fenômenos listados, o único que não está relacionado com o dualismo onda-partícula é:

a) o efeito fotoelétrico.

b) a ionização de átomos pela incidência de luz.

c) a difração de elétrons.

d) o rompimento de ligações entre átomos pela incidência de luz.

e) a propagação, no vácuo, de ondas de rádio de frequência média.

08. Quais as afirmações corretas dentre as apresentadas a seguir?

I) O fóton da luz violeta é mais energético que o fóton da luz vermelha por apresentar maior frequência de propagação.

II) O efeito fotoelétrico é explicado pelo comportamento corpuscular da luz.

III) Fenômenos como a interferência e a difração da luz são compatíveis com o caráter ondulatório da luz.

IV) O comportamento ondulatório da luz é tomado como base para compreendermos o efeito fotoelétrico.

09. O efeito fotoelétrico, explorado em sensores, células fotoelétricas e outros detectores eletrônicos de luz, refere-se à capacidade da luz de retirar elétrons da superfície de um metal. Quanto a esse efeito pode-se afirmar que:

- a) A energia dos elétrons ejetados depende da intensidade da luz incidente.
- b) A energia dos elétrons ejetados é discreta, correspondendo aos quanta de energia.
- c) A função trabalho depende do número de elétrons ejetados.
- d) A velocidade dos elétrons ejetados depende da cor da luz incidente.
- e) O número de elétrons ejetados depende da cor da luz incidente.

Pós - teste sobre o efeito fotoelétrico (EF):

01. É possível obter corrente elétrica iluminando um pedaço de metal.

Você considera esta afirmação:

() Verdadeira

() Falsa

Justifique sua resposta.

R:.....

02. Você conhece o efeito fotoelétrico?

() sim

() não

Caso a resposta seja sim, relate de maneira resumida o que sabe a respeito do assunto e como soube (jornais, revistas, internet ou outros).

R:.....

03. Você acha que presenciamos o efeito fotoelétrico em nosso cotidiano?

() Sim

() Não

Caso sua resposta seja sim, cite exemplos nos quais o EF esteja presente em nosso dia a dia.

R:.....

04. De acordo com físico Max Planck, que introduziu o conceito de energia quantizada, a luz, elemento imprescindível para a manutenção da vida na Terra, como toda radiação eletromagnética, é constituída por pacotes de energia denominados:

a) bárions

b) íons

c) pulsos

d) fótons

e) não sei.

05. O EFEITO FOTOELÉTRICO, fenômeno que a Física Clássica não conseguiria descrever adequadamente, consiste na retirada de elétrons da superfície de um metal atingido por:

a) ondas sonoras

b) ondas eletromagnéticas

c) ondas mecânicas transversais

d) ondas mecânicas longitudinais

e) não sei

06. O efeito fotoelétrico é um fenômeno pelo qual:

a) elétrons são arrancados de certas superfícies quando há incidência de luz sobre elas.

- b) as lâmpadas incandescentes comuns emitem um brilho forte
- c) as correntes elétricas podem emitir luz
- d) as correntes elétricas podem ser fotografadas
- e) não sei.

07. O dualismo onda-partícula refere-se a características corpusculares presentes nas ondas luminosas e a características ondulatórias presentes no comportamento de partículas, tais como elétrons. Dentre os fenômenos listados, o único que não está relacionado com o dualismo onda-partícula é:

- a) o efeito fotoelétrico.
- b) a ionização de átomos pela incidência de luz.
- c) a difração de elétrons.
- d) a propagação, no vácuo, de ondas de rádio de frequência média.
- e) não sei.

08. Quais as afirmações corretas dentre as apresentadas a seguir?

I) O fóton da luz violeta é mais energético que o fóton da luz vermelha por apresentar maior frequência de propagação.

II) O efeito fotoelétrico é explicado pelo comportamento corpuscular da luz.

III) Fenômenos como a interferência e a difração da luz são compatíveis com o caráter ondulatório da luz.

IV) O comportamento ondulatório da luz é tomado como base para compreendermos o efeito fotoelétrico.

V) N.D.A

09. O efeito fotoelétrico, explorado em sensores, células fotoelétricas e outros detectores eletrônicos de luz, refere-se à capacidade da luz de retirar elétrons da superfície de um metal. Quanto a esse efeito pode-se afirmar que:

- a) A energia dos elétrons ejetados depende da intensidade da luz incidente.
- b) A energia dos elétrons ejetados é discreta, correspondendo aos quanta de energia.
- c) A velocidade dos elétrons ejetados depende da cor da luz incidente.

d) O número de elétrons ejetados depende da cor da luz incidente.

e) Não sei.

10. Deixe sua opinião sobre essa metodologia, citando pontos positivos e negativos. O fato de vocês terem trabalho em grupo contribui na construção do trabalho? Por quê?

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da experiência realizada podemos dizer que a atividade tem como aspectos a liberdade e autonomia dos estudantes para estudarem respeitando seu tempo de aprendizagem, uma vez que os vídeos podem ser acelerados ou pausados e até mesmo retroceder para rever os conceitos. Quanto ao estudo em grupo, observando as repostas dos estudantes no pós-teste, percebemos que os estudantes trocam mais experiências e conhecimentos, o que favorece o esclarecimento de algumas dúvidas no momento do estudo. Índícios identificados nas respostas e durante a aplicação da proposta parecem indicar que a proposta da SAI feita pelos autores desse artigo alcançou os objetivos propostos. Ainda assim, entendemos que existe espaço para alterações visando avanços em futuros trabalhos ou na aplicação do produto (aqui exposto) por outros professores. Por isso, listamos as possibilidades de aprimoramento:

Incluir no material instrucional com uma lista de sites confiáveis que tratam do assunto em nível de ensino médio, para orientar os estudantes na melhor forma de estudar fora da sala de aula;

Pedir para cada estudante que formule uma questão sobre o conteúdo e traga para sala de aula para discussão. Isso deverá facilitar a interação no período inicial da aula, que é destinado às dúvidas e questionamentos;

Substituir o *pen drive* por ambientes virtuais como o *Google Sala de Aula* ou *microsoft teams*. Isto pode ampliar o espaço da sala de aula para além da escola e para aproveitar o fato de que, atualmente, parcela significativa dos estudantes possuem dispositivos móveis com acesso à internet. Este item vai ao encontro de um grande obstáculo e limitação para o ensino de Física nas escolas públicas: a pequena quantidade de aulas disponibilizadas para a disciplina. Com o uso de ferramentas da internet e ambientes virtuais de aprendizagem, sempre em conjunto com outras ações e estratégias, esta limitação pode ser contornada ou pelo menos minimizada.

Esperamos que esta proposta didática possa contribuir com o Ensino de Física e com professores da área que desejam trabalhar o conteúdo EF, utilizando a metodologia da SAI em suas aulas. Enfim o que foi aqui apresentado é uma sugestão que deixa o profissional livre para fazer as adequações e adaptações de acordo com sua realidade.

AGRADECIMENTO

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – código de financiamento 001.

REFERÊNCIAS

- BERGMANN, Jonathan; SAMS, Aaron. **Sala de aula invertida: uma metodologia ativa de aprendizagem**; tradução Afonso Celso da Cunha Serra. 1. Rio de Janeiro: LTC, 2021.
- BOTERO, Eriton Rodrigo. **Metodologia e prática do ensino de Física: acústica, óptica, ondas e oscilações**. 1ª edição. Curitiba: Intersaberes, 2020.
- COSTA, Manuel Filipe Pereira da Cunha Martins. O que é a luz?. **International Commission for Optics**, Universidade do Minho, Portugal, p. 1-5, junho, 2015.
- GLEISER, Marcelo. **Teoria do fóton**. Youtube, 2016. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=C2NnkMFLgso>>. Acesso em: 20, abril, 2018.
- HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física, óptica e física moderna**, v. 4. Rio de Janeiro: LTC, 2016.
- MORAES, Everton. **Fotocélula o que é e como funciona? [Relé Fotoelétrico]**. Youtube, 2017. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=w6uf4Ca1W8g>>. Acesso em: 20, abril, 2018.
- MOTA, Diego.; NASCIMENTO, Roseday Santos. Invertendo a sala de aula para aprender-ensinar Biologia: motivação, protagonismo e engajamento dos estudantes. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v. 6, n. 1, p. 430 - 446, 2023.
- SILVA, Brenno Ramy Teodósio da.; VASCONCELOS, Ana Karine Portela.; MOURA, Francisco Marcôncio Targino. A Sala de Aula Invertida (SAI): Uma experiência com o Ensino de Química para a 1ª série do Ensino Médio em uma escola da rede particular. **Revista Insignare Scientia-RIS**, v. 4, n. 6, p. 538 - 551, 2021.
- RINALDI, Carlos; Barros, Marcelo Paes de; HILLER, Edeimar. Santos, Ricardo Figueiredo. O Uso de Vídeo Aulas como Ferramenta Metodológica para o Ensino de Conceitos de Termodinâmica. **Acta Scientiae**, n. 3, p. 771 - 781, 2016.
- SANTOS, Carlos. A. **O Prêmio Nobel de Einstein. Efeito Fotoelétrico**. UFRGS, 2018. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/einstein/efeitofotoeletricopremionobel.html>>. Acesso em: 16, maio, 2018.
- TELMO, P. **Física - Efeito fotoelétrico exercício**. Youtube, 2017. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=jJEIfFr71-Q>>. Acesso em: 20, abril, 2018.

EFEITO FOTOELÉTRICO. **Toda Matéria**, 2018. Disponível em:
<<https://www.todamateria.com.br/efeito-fotoeletrico/>>. Acesso em: 22, abril, 2018.

Efeito Fotoelétrico: a descoberta do efeito fotoelétrico. UFRGS, 2018. Disponível em:
<<http://www.if.ufrgs.br/einstein/feitofotoeletricopremionobel.html>>. Acesso em: 16, maio, 2018.