



**SEQUÊNCIA DIDÁTICA POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA PARA O ENSINO
DE ESPECTROSCOPIA MEDIADO POR AMBIENTE VIRTUAL DE
APRENDIZAGEM NO ENSINO MÉDIO NO COLÉGIO MILITAR DE
SALVADOR-BA**

**POTENTIALLY SIGNIFICANT TEACHING SEQUENCE FOR TEACHING
SPECTROSCOPY MEDIATED BY A VIRTUAL LEARNING ENVIRONMENT IN
HIGH SCHOOL AT THE MILITAR COLLEGE OF SALVADOR-BA**

**SECUENCIA DIDÁCTICA POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA PARA LA
ENSEÑANZA DE LA ESPECTROSCOPIA MEDIADA POR UN ENTORNO
VIRTUAL DE APRENDIZAJE EN LA ESCUELA SECUNDARIA DEL COLEGIO
MILITAR DE SALVADOR-BA**



<https://doi.org/10.56238/levv16n51-061>

Data de submissão: 22/07/2025

Data de publicação: 22/08/2025

Leonardo Luis de Almeida Araújo

Aluno do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Pólo 60

Instituição: Universidade do Estado da Bahia (UNEB), Campus I

E-mail: leoluisalmeida@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0009-0000-4853-7251>

José Carlos Oliveira de Jesus

Docente do Dep. de Ciências Exatas e da Terra, Campus I

Instituição: Universidade do Estado da Bahia (UNEB)

E-mail: josejesus@uneb.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-6224-9528>

Mário de Jesus Ferreira

Professor Adjunto do Programa de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), Pólo 60

Instituição: Universidade Estadual da Bahia, Campus I

E-mail: majferreira@uneb.br

Orcid: <https://orcid.org/0009-0000-7465-2149>

José Vicente Cardoso Santos

Pós-graduado em: (Fís. do Est. Sólido, Educ. e Psicop.; Eng. Amb., Aud. Contábil e Financeira)

E-mail: vicentecardoso@uneb.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2501-6175>

RESUMO

Esta pesquisa parte do reconhecimento de que o ensino de Física no nível médio enfrenta desafios, especialmente no estudo da interação entre luz e matéria, como na espectroscopia. Considera-se que o uso de recursos tecnológicos pode dinamizar o processo e favorecer a aprendizagem significativa, conforme a proposta de Ausubel e colaboradores. Com isso o objetivo geral é desenvolver uma sequência didática para o ensino de espectroscopia em ambiente virtual de aprendizagem (AVA), tendo

como objetivos específicos: promover a aprendizagem significativa, revisar a literatura sobre o ensino de espectroscopia e seus conceitos fundamentais, e aplicar técnicas que potencializem a compreensão desses conceitos. A metodologia adotada foi híbrida, estruturada em duas etapas. Na primeira, realizou-se uma revisão bibliográfica documental, histórica e qualitativa sobre espectroscopia, a teoria de Ausubel e o ensino em AVAs. Na segunda, elaborou-se uma sequência didática a turmas do ensino médio, utilizando o AVA do Sistema Colégio Militar do Brasil. Os resultados incluem o levantamento do estado da arte das temáticas abordadas e a construção da sequência didática em quatro etapas: contextualização, apresentação dos conceitos básicos, resolução de problemas de interpretação experimental e avaliação. Nesta última, os estudantes elaboraram quadros comparativos de medidas do experimento, produziram relatórios simplificados e gravaram vídeos relatando a experiência. Observou-se motivação e interesse dos alunos, evidenciados pela participação ativa nos fóruns e maior engajamento em sala de aula.

Palavras-chave: Aprendizagem Significativa. Espectroscopia. Ambiente Virtual de Aprendizagem. Ensino de Física.

ABSTRACT

This research is based on the recognition that teaching Physics at the secondary level faces challenges, especially in the study of the interaction between light and matter, such as in spectroscopy. The use of technological resources can streamline the process and promote meaningful learning, as proposed by Ausubel and colleagues. The overall objective is to develop a teaching sequence for teaching spectroscopy in a virtual learning environment (VLE), with the following specific objectives: promoting meaningful learning, reviewing the literature on spectroscopy teaching and its fundamental concepts, and applying techniques that enhance understanding of these concepts. The methodology adopted was a hybrid, structured in two stages. The first stage involved a documentary, historical, and qualitative bibliographic review on spectroscopy, Ausubel's theory, and teaching in VLEs. In the second phase, a teaching sequence was developed for high school classes using the Brazilian Military College System's online learning environment (VLE). The results include a state-of-the-art assessment of the topics covered and the development of a teaching sequence in four stages: contextualization, presentation of basic concepts, problem-solving of experimental interpretation, and evaluation. In the latter phase, students developed comparative tables of experimental measurements, produced simplified reports, and recorded videos describing the experience. Student motivation and interest were observed, evidenced by active participation in forums and increased classroom engagement.

Keywords: Meaningful Learning. Spectroscopy. Virtual Learning Environment. Physics Teaching.

RESUMEN

Esta investigación se basa en el reconocimiento de que la enseñanza de la Física en la educación secundaria enfrenta desafíos, especialmente en el estudio de la interacción entre la luz y la materia, como en la espectroscopia. El uso de recursos tecnológicos puede agilizar el proceso y promover el aprendizaje significativo, como proponen Ausubel y colegas. El objetivo general es desarrollar una secuencia didáctica para la enseñanza de la espectroscopia en un entorno virtual de aprendizaje (EVA), con los siguientes objetivos específicos: promover el aprendizaje significativo, revisar la literatura sobre la enseñanza de la espectroscopia y sus conceptos fundamentales, y aplicar técnicas que mejoren la comprensión de estos conceptos. La metodología adoptada fue híbrida, estructurada en dos etapas. La primera etapa consistió en una revisión bibliográfica documental, histórica y cualitativa sobre la espectroscopia, la teoría de Ausubel y la enseñanza en EVA. La segunda etapa consistió en el desarrollo de una secuencia didáctica para clases de secundaria utilizando el EVA del Sistema de Colegios Militares de Brasil. Los resultados incluyen un estudio de vanguardia de los temas tratados y el desarrollo de una secuencia didáctica de cuatro pasos: contextualización, presentación de conceptos básicos, resolución de problemas de interpretación experimental y evaluación. En esta última fase, los estudiantes elaboraron tablas comparativas de mediciones experimentales, elaboraron informes



simplificados y grabaron videos que describen la experiencia. Se observó motivación e interés en los estudiantes, evidenciados por la participación activa en foros y una mayor participación en el aula.

Palabras clave: Aprendizaje Significativo. Espectroscopía. Entorno Virtual de Aprendizaje. Enseñanza de la Física.

1 INTRODUÇÃO

Na atualidade o ensino de Física é um desafio constante para os professores, especialmente quando se trata do conjunto de técnicas utilizadas para analisar a interação entre a luz e a matéria, como a espectroscopia (Junior; Macedo, 2007) e quando trata-se do ensino médio (Brasil, 2025).

Nesse sentido, a utilização de recursos tecnológicos pode ser uma alternativa para tornar o ensino mais acessível e dinâmico, permitindo a promoção da aprendizagem significativa, conforme proposta pelo médico psiquiatra norte-americano David Paul Ausubel (Ausubel, 1973).

Merece considerar que a utilização de tecnologias no ensino pode trazer evidentes benefícios para a aprendizagem dos alunos, tornando o ensino mais acessível e dinâmico. Além disso, a espectroscopia é um tema que apresenta dificuldades para os estudantes (Junior; Macedo, 2007), mas também desperta curiosidade, podendo ser abordado de forma mais eficiente por meio de uma SD que utilize recursos do AVA (Araújo; Silva; Monte; Batista, 2014).

Isso é evidenciado no texto da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), na implementação do caderno de práticas/aprofundamentos (Brasil, 2025), em uma citação de Ausubel e Moreira e que estabelecem condições para que ocorra a aprendizagem significativa, descrevendo a importância de material potencialmente significativo, pois a segundo o que preconiza Ausubel a aprendizagem significativa depende de duas condições: o material de aprendizagem deve ser potencialmente significativo e o estudante deve ter predisposição para aprender (Ausubel, 1973; Ausubel, 1978; Ausubel, 2000).

Dessa maneira, material e mediação são essenciais, pois o aluno pode não ter conhecimentos prévios adequados para compreender os significados esperados, pois, a predisposição para aprender, vai além da motivação, envolvendo a disposição para relacionar-se com novos conhecimentos atribuindo-lhes significado. Cabe ao professor acolher as ideias prévias dos alunos, mesmo que insatisfatórias, e, a partir delas, criar situações que favoreçam a construção de significados sobre os conteúdos estudados (Moreira, 2011a; Moreira, 2013; Moreira, 2016; Moreira, 2011b; Moreira, 2000).

Com isso o objetivo geral dessa pesquisa é desenvolver uma sequência didática para o ensino de espectroscopia em ambiente virtual de aprendizagem (AVA), e, os objetivos específicos são: a promoção da aprendizagem significativa, proporcionar revisão de literatura sobre o ensino de espectroscopia e seus conceitos fundamentais, e a aplicação das técnicas que potencializem a compreensão desses conceitos (Junior; Macedo, 2007).

Para consolidar esses objetivos adotou-se a metodologia de pesquisa no formato híbrido, com estruturação em duas etapas, a citar: na primeira etapa, realizou-se uma revisão bibliográfica documental, histórica e qualitativa sobre espectroscopia, a teoria de Ausubel e o ensino em AVAs, (Lakatos; Marconi, 2018; Marconi; Lakatos, 2003), e, na segunda etapa, elaborou-se uma sequência didática a turmas do ensino médio, utilizando o AVA do Sistema Colégio Militar do Brasil.

Na primeira etapa da pesquisa envolve uma revisão de literatura abrangente sobre os seguintes tópicos: Fundamentos da espectroscopia e seus conceitos-chave; Teorias e modelos de aprendizagem, com ênfase na aprendizagem significativa de Ausubel; O uso de ambientes virtuais de aprendizagem no ensino de Física.

A segunda etapa perpassa por proposição da sequência didática em quatro etapas que foram elaboradas de forma a abranger os seguintes elementos: objetivos de aprendizagem claros e alinhados com os conteúdos da espectroscopia; seleção de recursos digitais, como simulações, vídeos, textos explicativos e atividades práticas (Zabala, 1998); estratégias pedagógicas para promover a interatividade e a participação ativa dos alunos; e avaliação formativa e somativa para medir a compreensão dos estudantes ao longo da sequência.

A implementação da sequência didática no AVA foi acompanhada por atividades piloto com um grupo de estudantes, com o objetivo de identificar quaisquer problemas técnicos ou pedagógicos e realizar os ajustes necessários. As atividades piloto foram realizadas com turmas do nono ano do ensino fundamental e com turmas do terceiro ano do ensino médio. Ressalta-se que a sequência didática foi pensada e estruturada para as turmas do segundo ano do ensino médio, para ser aplicada logo após a abordagem de conteúdos como interferência e difração nos fenômenos ondulatórios.

Especificamente, o problema da pesquisa consiste em desenvolver uma Sequência Didática (SD) para o ensino de espectroscopia no ambiente virtual de aprendizagem (AVA) a alunos do segundo ano do ensino médio do Colégio Militar de Salvador (CMS), em uma abordagem voltada para a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ENSINO DE FÍSICA E DESAFIOS

O ensino de Física é um desafio constante, pois envolve conceitos complexos que muitas vezes parecem distantes do cotidiano dos estudantes. No entanto, as teorias de aprendizagem desempenham um papel fundamental na busca por estratégias eficazes de ensino. Neste contexto, a teoria da aprendizagem de Ausubel e colaboradores (Ausubel *et al.*, 1980) se propõe a lançar as bases para a compreensão de como o ser humano constrói significados e, desse modo, apontar caminhos para a elaboração de estratégias de ensino que facilitem uma aprendizagem significativa. A teoria emerge como uma abordagem fundamental para promover a compreensão profunda e duradoura dos conceitos físicos (Araújo, 2011).

2.2 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Uma das principais características da aprendizagem significativa é que o conhecimento deve ser relevante e ter significado para o estudante, para que ele possa ser integrado às suas estruturas

cognitivas pré-existent. Por isso, a abordagem busca relacionar o novo conhecimento com experiências vividas pelos estudantes e com conceitos que eles já conhecem, de modo a tornar a aprendizagem mais significativa e duradoura.

Segundo Moreira (2011a), a aprendizagem significativa em Física ocorre quando o novo conhecimento se relaciona com experiências prévias do estudante, tornando-se parte de sua estrutura cognitiva e permitindo que ele seja utilizado em novas situações.

A Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), desenvolvida por David Ausubel na década de 1960, baseia-se na ideia central de que o aprendizado ocorre quando novas informações são integradas de maneira não arbitrária ao conhecimento prévio do aluno.

Ausubel propôs a existência de duas categorias de conhecimento prévio: subsunçores e subsunçores suplementares. Os primeiros são estruturas cognitivas que representam conceitos específicos e são a base para a aprendizagem significativa. Os subsunçores suplementares fornecem informações adicionais que enriquecem o entendimento do aluno. De acordo com Moreira (2013), “A aprendizagem só é significativa se o conteúdo descoberto se relaciona a conceitos subsunçores relevantes já existentes na estrutura cognitiva”. No ensino de Física, é essencial identificar os subsunçores relevantes e criar conexões entre eles.

2.3 APLICAÇÃO DA TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NO ENSINO DA FÍSICA

A aplicação da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) no ensino de Física implica no exposto no Quadro 1, a seguir:

Quadro 1: Aplicação da TAS no Ensino da Física

Elementos	Características
Ativação dos subsunçores	Identificar e ativar os subsunçores relevantes na mente dos alunos, relacionando os novos conceitos aos conhecimentos prévios.
Contextualização	Apresentar os conceitos em um contexto real ou prático, demonstrando sua relevância e utilidade. A experimentação pode ser encarada como um processo de adaptação entre a teoria e a realidade sociocultural do estudante, por meio da análise de situações reais, sejam naturais ou resultantes de uma nova produção humana.
Diálogo e Discussão	Promover o diálogo entre os alunos, incentivando-os a discutir e explicar os conceitos uns aos outros, é uma ideia discutida por Ausubel, conforme descrito por Moreira (2013).
Metodologias Ativas	Utilizar metodologias ativas, como resolução de problemas e experimentação, que incentivem a aplicação dos conceitos em situações práticas, com o propósito de facilitar a aprendizagem significativa (Berbel, 2011).

Fonte: (Próprios autores, 2025).

2.4 O ENSINO DA ESPECTROSCOPIA

A espectroscopia baseia-se nos princípios da mecânica quântica (Borh, 1915; Borh, 1913; Balmer; Mehra; Rechenberg, 1982; Griffiths, 2011), que descrevem o comportamento das partículas subatômicas. Os elétrons em átomos e moléculas ocupam níveis de energia quantizados, e as transições entre esses níveis resultam na absorção ou emissão de energia na forma de fótons (Bassi, 2001).

A luz é uma forma de radiação eletromagnética. A espectroscopia explora como átomos e moléculas interagem com a luz, absorvendo-a ou emitindo-a em diferentes comprimentos de onda, de acordo com suas energias de transição.

A quantização de energia implica que diferentes transições eletrônicas resultarão em diferentes comprimentos de onda de luz. A relação entre energia e frequência ($E = h \nu$) é essencial para a compreensão dos espectros de emissão e absorção (Oliveira, 2001).

Para promover a aprendizagem significativa da espectroscopia, é fundamental considerar a contextualização da espectroscopia em situações do cotidiano, como análise de alimentos, diagnósticos médicos e astronomia. Isso demonstra a relevância prática do assunto e orienta os alunos para esse contexto.

Ainda nessa perspectiva, devem ser realizadas atividades interativas relacionadas à espectroscopia ou à base teórica de sua construção, como simulações interativas que permitam aos alunos explorarem os conceitos-chave, como dispersão da luz, experimento de Young, transições eletrônicas e quantização de energia, de forma prática e visual.

Também é importante promover discussões virtuais e fóruns entre os alunos, incentivando-os a explorar questões filosóficas e aplicações contemporâneas da espectroscopia, como a busca por exoplanetas ou a reflexão sobre como os cientistas sabem quais elementos químicos compõem determinados astros celestes, mesmo que nenhum humano tenha estado lá.

A espectroscopia é uma das ferramentas mais poderosas e versáteis no estudo da física, desempenhando um papel essencial na análise da luz e na compreensão da estrutura da matéria. Ela é a ciência que estuda os espectros e a interação da luz com a matéria. De acordo com Leite e Prado (2012), a espectroscopia é “um conjunto de técnicas de análise qualitativa baseado na observação de espectros de substâncias”. Ela envolve a análise das propriedades da luz emitida ou absorvida por substâncias, permitindo a identificação de elementos químicos, a determinação de concentrações, a análise de estruturas moleculares e muito mais.

A palavra “espectro” deriva do latim “*spectrum*”, que significa “imagem” ou “aparência”. Em física, o espectro refere-se à decomposição de uma grandeza física em suas componentes individuais, ou seja, à distribuição de comprimentos de onda (ou frequências ou números de onda) de radiação.

Dois tipos principais de espectros são amplamente estudados na física: o espectro de emissão e o espectro de absorção, onde o Espectro de Emissão é obtido quando uma substância emite luz ao ser excitada por uma fonte de energia, como uma chama ou uma descarga elétrica.

Cada elemento químico emite um espectro característico de linhas brilhantes em posições específicas do espectro, formando um padrão único e identificável (Sala, 2007), e, o espectro de absorção é gerado quando a luz de uma fonte contínua atravessa uma substância. Nesse contexto, a

substância absorve luz em comprimentos de onda específicos, gerando linhas escuras ou bandas de absorção no espectro contínuo (Azevedo; Nunes, 2015).

Já a explicação da quantização dos espectros atômicos foi um avanço significativo na compreensão da física atômica. O modelo de Bohr postulou que os elétrons em um átomo ocupam órbitas quantizadas e níveis de energia bem definidos. Quando um elétron transita entre esses níveis, ele emite ou absorve energia na forma de fótons, produzindo os espectros de emissão e absorção característicos. No entanto, o modelo de Bohr apresentava limitações, que foram superadas com o avanço da mecânica quântica (Balmer; Mehra; Rechenberg, 1982a).

Os espectros de absorção e emissão de átomos multieletrônicos são usados para identificar a presença de elementos químicos em amostras. Cada elemento possui um espectro característico, determinado pelas transições eletrônicas permitidas. A análise desses espectros permite determinar a composição química das amostras e estudar suas propriedades eletrônicas.

Além disso, a equação de Schrödinger para átomos multieletrônicos também é usada para prever a estrutura fina e a estrutura hiperfina dos espectros. A estrutura fina resulta do acoplamento do momento angular orbital do elétron com o momento angular de spin do elétron, enquanto a estrutura hiperfina está relacionada ao acoplamento do momento magnético do núcleo com o momento angular de spin do elétron.

3 SEQUÊNCIA DIDÁTICA PROPOSTA

3.1 A INTEGRAÇÃO DA TECNOLOGIA E AO AMBIENTE EDUCACIONAL

A educação científica é um campo em constante evolução, e o ensino de Física desempenha um papel fundamental na formação de cidadãos críticos e preparados para enfrentar os desafios do mundo moderno. Nesse contexto, a espectroscopia é uma disciplina crucial que permite aos estudantes compreenderem as propriedades da luz e as interações fundamentais entre a matéria e a energia (Moreira, 2013).

Concomitantemente a esse cenário a crescente integração das tecnologias digitais no ambiente educacional oferece oportunidades promissoras para superar esses desafios. Os ambientes virtuais de aprendizagem proporcionam flexibilidade, interatividade e acesso a recursos diversificados, o que pode contribuir significativamente para a promoção da aprendizagem significativa no ensino de Física, em particular na espectroscopia (Almeida; Valente, 2012).

Assim, entende-se que o AVA que oferece uma ampla gama de recursos, incluindo simulações interativas, vídeos explicativos, textos didáticos e atividades práticas. O AVA foi projetado para ser acessível a estudantes do ensino médio e superior, permitindo uma abordagem progressiva da espectroscopia, desde conceitos básicos até tópicos avançados, ademais o AVA também oferece a

capacidade de rastrear o progresso do aluno e fornecer feedback imediato, auxiliando na identificação de áreas de dificuldade e na adaptação do ensino às necessidades individuais (Libâneo, 2013).

Merece também considerar que a aprendizagem significativa é uma abordagem pedagógica que enfatiza a construção ativa do conhecimento pelo aluno (Moreira, 2013).

3.2 PRODUTO RESULTANTE

O produto educacional resultante deste estudo é uma Sequência Didática abrangente e inovadora, cuidadosamente elaborada para promover a aprendizagem significativa no ensino de espectroscopia. Este produto foi projetado especificamente para ser utilizado em um ambiente virtual de aprendizagem, explorando ao máximo os recursos digitais disponíveis para criar uma experiência de ensino envolvente e eficaz.

A Sequência Didática é dividida em módulos temáticos, cada um focado em aspectos específicos da espectroscopia. Cada módulo apresenta uma estrutura clara, com objetivos de aprendizagem definidos, conteúdos teóricos, atividades práticas e avaliações.

Os módulos incorporam recursos digitais interativos, incluindo simulações virtuais que permitem aos alunos explorarem fenômenos espectroscópicos de forma prática. Essas simulações auxiliam na compreensão dos conceitos fundamentais, tornando a aprendizagem mais visual e envolvente.

Cada módulo é complementado por vídeos explicativos que abordam tópicos-chave de forma acessível e didática. Esses vídeos fornecem uma introdução visual aos conceitos complexos, facilitando a compreensão dos estudantes. Além disso, materiais de apoio, como textos explicativos e resumos, estão disponíveis para fornecer informações adicionais e auxiliar os alunos na revisão e aprofundamento do conteúdo.

A sequência inclui atividades práticas que os estudantes podem realizar no ambiente virtual de aprendizagem, como análise de espectros, interpretação de resultados e resolução de problemas relacionados à espectroscopia. Isso permite a aplicação prática dos conceitos aprendidos.

O produto educacional é flexível e acessível, permitindo que os estudantes acessem o conteúdo a qualquer momento e em qualquer lugar, adaptando-o às suas necessidades individuais de aprendizagem.

Dessa maneira, o produto educacional, a Sequência Didática, compreende os seguintes elementos, a citar no Quadro 2, a seguir:

Quadro 2: Elementos da Sequência Didática Proposta

Elementos	Características
Módulos de Ensino	Cada módulo abrange um tópico específico relacionado à espectroscopia e inclui objetivos de aprendizagem, conteúdos teóricos, atividades práticas e avaliações.
Recursos Interativos	Incluem simulações, vídeos explicativos e atividades práticas para facilitar a compreensão.
Textos Didáticos	Material de apoio, como textos explicativos e resumos, complementa a aprendizagem.
Avaliações Formativas e Somativas	Para medir o progresso dos alunos e a retenção de conhecimento, serão monitorados fóruns de discussão, respostas a perguntas introdutórias e motivadoras, elaboração de relatórios e relatos da experiência em vídeos curtos.

Fonte: (Próprios autores, 2025).

Assim, o produto educacional foi projetado para fornecer uma abordagem abrangente que integra teoria e prática, contribuindo para o avanço do ensino de espectroscopia no ambiente virtual de aprendizagem e para a promoção da aprendizagem significativa.

3.3 ETAPAS PARA A APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

As etapas da aplicação do produto educacional ou da sequência didática adotada, dividida em etapas, a citar, no Quadro 3, a seguir:

Quadro 3: Etapas da aplicação do produto educacional

Denominação	Características
Etapa 1: Elaboração de Texto Curto	Nesta etapa inicial, os alunos são convidados a refletir sobre a espectroscopia, um tema novo para muitos deles. Eles são solicitados a compartilhar seus conhecimentos prévios, se os tiverem, sobre como os cientistas descobrem os elementos químicos em galáxias, planetas e estrelas com base na luz que chega à Terra.
Etapa 2: Leitura do texto inicial e atividade prática:	Os alunos leem o “Texto Inicial - Composição Química dos Planetas e Estrelas”. Em seguida, são instruídos a construir um espectroscópio caseiro e realizar as observações descritas no texto. Eles também são convidados a compartilhar suas experiências e impressões sobre o conteúdo.
Etapa 3: Assista ao vídeo “como a mecânica quântica prevê todos os elementos”:	Nesta etapa, os alunos assistem a um vídeo que explora a relação entre a mecânica quântica e a previsão dos elementos químicos. O vídeo oferece uma base teórica sólida para que os alunos compreendam os princípios da espectroscopia (YOUTUBEc, 2025).
Etapa 4: Assista ao vídeo “simulação da dispersão da luz” e realize a simulação	Os alunos assistem a um vídeo sobre a dispersão da luz e, em seguida, realizam uma simulação desse fenômeno. O vídeo, intitulado “Simulação de Dispersão da Luz na Plataforma PhET Colorado”, (YOUTUBEa, 2025). Além disso, é fornecido um link direto para a simulação interativa na plataforma PhET Colorado (Phet Interactive Simulations, 2025).
Etapa 5: Assista ao vídeo “simulador de interferência e difração” e realize a simulação de interferência e difração de ondas	Os alunos assistem a um vídeo sobre interferência e difração de ondas e, em seguida, realizam simulações desses fenômenos. As simulações aprofundam a compreensão dos conceitos importantes para a espectroscopia (YOUTUBEb, 2025). Também é fornecido um link direto para a simulação interativa sobre interferência e difração de ondas na plataforma PhET Colorado (Phet Interactive Simulations, 2025).
Etapa 6: Assista ao vídeo “entendendo o experimento de espectroscopia no laboratório de física do CMS” e análise das imagens	Os alunos assistem a um vídeo que explica o experimento de espectroscopia realizado em um laboratório de física e examinam imagens dos materiais usados na experimentação (Azevedo; Nunes, 2015). Devem observar cuidadosamente as seguintes imagens: Imagem da régua graduada: a) Usada para medir as distâncias das raia espectrais de cada lâmpada até a raia central; b) Imagem da rede de difração: Mostrando o espaçamento entre as fendas; c) Imagem do esquema experimental: Destacando que a medida D é variável e que múltiplas medidas foram realizadas para cada lâmpada; d) Imagens das raia espectrais para diferentes lâmpadas: Mercúrio, Hélio, Nitrogênio e Sódio (em experimento adaptado) (YOUTUBEb, 2025).

Denominação	Características
Etapa 7: Quadro de observação das raias espectrais e cálculos (fórum 2 - análise do experimento e cálculos)	Os alunos preenchem um quadro com informações cruciais, incluindo o comprimento de onda, a frequência e a energia quantizada das raias espectrais de cada lâmpada. Eles também discutem suas descobertas, dúvidas e respostas no Fórum 2 - Análise do experimento e cálculos.
Etapa 8: Elaboração de relatório simplificado	Nesta etapa, os alunos produzem um relatório simplificado sobre o experimento, que deve conter: 8.1 - Objetivo do Experimento; 8.2 - Procedimento Experimental; 8.3 - Resultados; 8.4 - Discussão; 8.5 - Conclusão; 8.6 - Referências. Isso ajuda a consolidar o aprendizado e a promover a habilidade de comunicação escrita.
Etapa 9: Elaboração de vídeo	Na última etapa, os alunos são convidados a criar um vídeo curto descrevendo sua experiência ao longo da jornada de aprendizado em espectroscopia. Eles podem compartilhar o que aprenderam, as dificuldades enfrentadas e suas percepções sobre possíveis aplicações da espectroscopia.

Fonte: (Próprios autores, 2025).

O projeto para o ensino de espectroscopia no AVA será desenvolvido no Colégio Militar de Salvador (CMS), fundado em 1958, o CMS faz parte do Sistema Colégio Militar do Brasil (SCMB), comprometido com a formação acadêmica e ética dos alunos. Durante a pandemia de COVID-19, a instituição adaptou-se ao ensino remoto para continuar oferecendo educação de qualidade.

Localizado no bairro da Pituba, o CMS possui uma infraestrutura moderna, incluindo laboratórios (Azevedo; Nunes, 2015), espaços esportivos e culturais, além de salas de aula tecnologicamente equipadas. O Projeto Político-Pedagógico (PPP) do SCMB e do CMS orienta a educação com foco em disciplina, respeito e formação cidadã, preparando os alunos tanto academicamente quanto como cidadãos conscientes.

A instituição adapta-se às demandas contemporâneas da educação, incorporando práticas pedagógicas e tecnológicas. O PPP busca preparar os alunos para enfrentar desafios acadêmicos e sociais, promovendo o pensamento crítico.

A infraestrutura da escola inclui edifícios modernos, salas de aula climatizadas, laboratórios bem equipados e áreas de convivência. A escola oferece suporte tecnológico com computadores e conexão rápida à internet. A segurança dos alunos é uma prioridade, com medidas adequadas em vigor.

O Colégio Militar de Salvador busca proporcionar um ambiente de aprendizado que estimule a curiosidade e a investigação, apoiando a formação integral dos estudantes.

A metodologia promove a colaboração entre os alunos por meio de fóruns de discussão e atividades em grupo, incentivando a troca de conhecimento, a discussão de ideias e a construção coletiva do entendimento.

A abordagem inclui avaliações formativas ao longo da sequência didática, permitindo que os professores monitorem o progresso dos alunos e forneçam feedback regularmente. Isso ajuda os estudantes a ajustarem seu aprendizado conforme necessário.

A metodologia busca relacionar os conceitos de espectroscopia com situações do mundo real, como a análise de raias espectrais de lâmpadas reais, permitindo aos alunos perceber a relevância e a aplicabilidade dos conhecimentos adquiridos.

A abordagem é flexível, atendendo às diferentes necessidades e estilos de aprendizagem dos alunos, que podem progredir em seu próprio ritmo e explorar áreas de maior interesse. A equipe de professores do Colégio Militar de Salvador, altamente qualificada, está disponível para orientar e apoiar os alunos durante toda a sequência didática, proporcionando o suporte necessário para que alcancem seus objetivos de aprendizagem.

A metodologia estimula a curiosidade científica dos alunos, incentivando-os a fazer perguntas, explorar conceitos e buscar respostas por meio da experimentação e da pesquisa. Além de avaliar o conhecimento técnico, também são avaliadas habilidades como resolução de problemas, pensamento crítico e comunicação, essenciais para a aprendizagem significativa.

4 CONCLUSÕES

A sequência didática proposto então permite que os resultados da sua aplicação reforcem a relevância e eficácia da sequência didática como estratégia para promover a aprendizagem significativa, contribuindo para o campo do ensino de física ao demonstrar como a combinação de abordagens práticas, recursos virtuais e interação ativa dos alunos pode aprimorar o processo de ensino-aprendizagem.

Sugere-se então que educadores considerem a implementação de sequências didáticas semelhantes no ensino de espectroscopia e outros tópicos desafiadores, não obstante, reconhecemos que a aplicação dessas estratégias requer planejamento cuidadoso, recursos adequados e incentivos apropriados para os alunos.

Além disso, recomendamos pesquisas adicionais sobre diferentes abordagens de sequências didáticas, adaptações para públicos diversos e aplicações em outras disciplinas da física e áreas científicas. Também sugerimos estudos longitudinais para avaliar o impacto a longo prazo dessas estratégias.

Merece considerar também que o valor do conhecimento produzido nessa pesquisa, seus resultados e as conclusões contribuem para o avanço do campo do ensino de física e destacam a importância da aprendizagem significativa. O conhecimento produzido aqui pode orientar práticas pedagógicas inovadoras que promovem uma compreensão profunda e duradoura dos conceitos científicos.

Dessa forma essa pesquisa valida os seus objetivos no sentido do seu cumprimento, com a proposta sugerida, bem como forneceu insights valiosos sobre a promoção da aprendizagem

significativa no ensino de espectroscopia. Esperamos que este trabalho inspire futuros esforços na busca por práticas educacionais mais eficazes e envolventes.

Uma sugestão importante para trabalhos futuros é a expansão da aplicação da sequência didática para outros níveis de ensino, extrapolando as aplicações apenas no ensino médio, ofertando inclusive a oportunidade de investigar as diferenças nas interações entre os alunos em diferentes estágios de desenvolvimento, explorando as teorias de Piaget, Vygotsky e Ausubel.

Uma pesquisa futura pode se concentrar no aprofundamento da análise das teorias da aprendizagem, como as de Piaget, Vygotsky e Ausubel, em relação à aplicação da sequência didática. Isso permitiria uma compreensão mais profunda de como essas teorias se manifestam na prática e como influenciam a interação entre os alunos. A pesquisa poderia investigar como as diferenças no desenvolvimento cognitivo dos alunos afetam a assimilação de conceitos espectroscópicos.

Uma abordagem valiosa seria a comparação dos resultados entre os diferentes níveis de ensino. Isso poderia revelar padrões ou diferenças na eficácia da sequência didática em relação ao desenvolvimento cognitivo dos alunos e suas interações em diferentes estágios educacionais. Compreender como as teorias da aprendizagem se aplicam de maneira distinta em cada nível pode ser um campo fértil para pesquisas futuras.

A sequência didática desenvolvida pode servir como modelo para a criação de abordagens semelhantes em outras disciplinas. Pesquisas futuras podem explorar como essa estratégia pode ser adaptada e aplicada a áreas do currículo além da espectroscopia.

Considerando o avanço tecnológico contínuo, pesquisas futuras podem investigar a aplicação da sequência didática em diferentes ambientes virtuais de aprendizagem. Isso poderia incluir o uso de plataformas de aprendizado online avançadas e a avaliação de como esses ambientes influenciam a eficácia da estratégia pedagógica.

Essas sugestões para trabalhos futuros destacam a importância de continuar a explorar os resultados e os princípios apresentados na dissertação original. Ao estender a pesquisa para diferentes níveis de ensino, aprofundar a análise das teorias de aprendizagem e avaliar os resultados a longo prazo, é possível expandir o conhecimento sobre a promoção da aprendizagem significativa e a aplicação de teorias de aprendizagem na prática pedagógica. Isso não apenas enriquece o campo da educação, mas também contribui para a melhoria contínua do ensino de ciências e disciplinas afins.



REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. E. B. VALENTE, J. A. **Integração currículo e tecnologias e a produção de narrativas digitais**. Currículo sem Fronteiras, v. 12, n. 3, p. 57-82, Set/Dez 2012.
- ARAÚJO, A. P. C. SILVA, C. V. MONTE, A. F. G. BATISTA, F. R. X. **Avaliação do sobreaquecimento de óleos vegetais através de análises químicas e espectroscopia uv/visível**. COBEQ 2014, Instituto de Física, Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Engenharia Química Universidade Federal de Uberlândia, 2014, p. 2.
- ARAÚJO, E. V. F. de. **Internet, hipertexto e gêneros digitais: novas possibilidades de interação**. Cadernos do CNLF, v. 15, n. 5, t. 1, Rio de Janeiro: CiFEFiL, 2011. p. 633-639. Disponível em http://www.filologia.org.br/xv_cnlf/tomo_1/55.pdf. Acesso em: 30 jul 2025.
- AUSUBEL, D. P. **Algunos aspectos psicológicos de la estructura del conocimiento**. Buenos Aires: El Ateneo, 1973.
- AUSUBEL, D. P. **In defense of advance organizers: A reply to the critics**. Review of Educational Research, 48(2), 1978. 251-257.
- AUSUBEL, D. P. **The acquisition and retention of knowledge: A cognitive view**. Springer Science & Business Media. 2000.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. 2ª. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- AZEVEDO, E. R. de Azevedo, NUNES, L. A de Oliveira. **Caderno do Laboratório de óptica: espectroscopia**. USP. Material impresso e encadernado no setor gráfico do Instituto de Física de São Carlos, p. 2199-2204, 2015.
- BALMER, J. J. em 1885, apud Max Jammer, 1966, p. 65, MEHRA, J. & RECHENBERG, H. **The historical development of quantum theory. Vol. I. Part I. The quantum theory of Planck, Einstein, Bohr and Sommerfeld: its foundation and the rise of its difficulties, 1900-1925**. Nova Iorque, Springer, 1982a.
- BASSI, B. M. S. Adalberto. **Conceitos fundamentais em espectroscopia**. Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, p. 1, 2001.
- BERBEL, N. A. N. **As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes**. Ciências Sociais e Humanas, Londrina, v. 32, n. 1, p. 25-40, jan./jun. 2011. Disponível em: https://redib.org/Record/oai_articulo2076014-metodologias-ativas-e-a-promo%C3%A7%C3%A3o-da-autonomia-de-estudantes. Acesso em: 2 ago 2025.
- BORH, Niels. A teoria quântica dos espectros de linhas. Tradução livre de "The Quantum Theory of Line Spectra". **Philosophical Magazine**, v. 30, p. 581-612, 1915.
- BORH, Niels. Sobre a constituição dos átomos e moléculas. **Philosophical Magazine**, v. 30, p. 874-875, 1913.
- BRASIL. MEC - Ministério da Educação (Org.). **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2025. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/implementacao/praticas/cadernodepratica/aprofundamento/>. Acesso em: 20 de jul. 2025.



GRIFFITHS, D. J. **Mecânica Quântica**, 2ª Edição. São Paulo: PEARSON, 2011, p. 114.

JUNIOR, F. C. Macedo. **Espectroscopia de ressonância magnética nuclear de ^{13}C no estudo de rotas biossintéticas de produtos naturais**. Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas, CP 6154, 13084-971 Campinas - SP, Brasil, 2007, p. 121.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Maria de Andrade. **Metodologia do trabalho científico**. 8ª. ed. São Paulo: Atlas, 2018.

LEITE, D. O e PRADO, R. J, **Espectroscopia no infravermelho: uma apresentação para o Ensino Médio**. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, www.sbfisica.org.br v. 34, n. 2, 2504, 2012.

LIBÂNEO, José Carlos. **Didática**. 4ª ed. São Paulo: Cortez, 2013, p. 246.

MARCASSA, L. G, PAIVA F. F. **Caderno de Laboratório. Laboratório de óptica: espectroscopia**; Instituto de Física de São Carlos, USP, p. 93, 2015.

MARCONI, M.A., LAKATOS, E.M. **Fundamentos de metodologia científica**. 7ª ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa Crítica**. São Paulo: Editora WMF Martins Fontes, 2011a, p. 31.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa em mapas conceituais**. *Journal of chemical information and modeling*, v. 53, n. 9, p. 1689-1699, 2013. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/public/tapf/v24_n6_moreira_.pdf. Acesso em: 01 jul. 2023.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: da visão clássica à visão crítica**. Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), 2005. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira.^>

MOREIRA, M. A. **O que é afinal aprendizagem significativa?** Instituto de Física-UFRGS. Porto Alegre, 2016.

MOREIRA, M. A. **Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel**. Brasília: Editora da UnB, 2011b.

MOREIRA, M. A., MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa: A teoria de David Ausubel**. São Paulo: Centauro, 2ª ed. 2006.

MOREIRA, Marco Antônio. Ensino de Física no Brasil: **Retrospectiva e Perspectivas**. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. 22, nº 1, Março, 2000. Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

OLIVEIRA, L. F. C. **Espectroscopia molecular**, Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola, Departamento de Química da Universidade Federal de Juiz de Fora, p. 24-25, 2001.

PHET INTERACTIVE SIMULATIONS. **Simulações de Física**. Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/filter?subjects=physics&type=html. Acesso em: 11 ago. 2025.

SALA, O. **Uma introdução à espectroscopia atômica - o átomo de hidrogênio**. Departamento de Química Fundamental, Universidade de São Paulo, CP 26077, 05599-970 São Paulo - SP, Brasil. Quim. Nova, Vol. 30, No. 7, 1773-1775, 2007

SILVA, H. R. A. **Física moderna no ensino médio: a espectroscopia na gênese das modernas concepções de física e áreas afins**. Dissertação de mestrado, Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, Rio de Janeiro, 2013.

YOUTUBEa. **Como funcionam as simulações - vídeo 1**. Disponível em: https://youtu.be/cKme_ot2cKk?si=czoPH2CR7vsvCXyi. Acesso em: 11 ago. 2025.

YOUTUBEb. **Vídeo de física - vídeo 2**. Disponível em: <https://youtu.be/lryNJNdIHw0>. Acesso em: 11 ago. 2025.

YOUTUBEc. **Experimento de física - vídeo 3**. Disponível em: https://youtu.be/tq_y1qOmUBE?si=K1b-EbfRjQVOL0Uj. Acesso em: 11 ago. 2025.

YOUTUBE d. **Simulação interativa - vídeo 4**. Disponível em: <https://youtu.be/zvdTJE1zhKk?si=TwFiMNSyP8qx2dnW>. Acesso em: 11 ago. 2025.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998. Disponível em: <https://curitiba.ifpr.edu.br/wp-content/uploads/2020/08/Metodologias-Ativas-para-uma-Educacao-Inovadora-Bacich-e-Moran.pdf>. Acesso em: 2 ago 2025.