



**ABORDAGEM DO  
ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO NA UNIDADE DE ENSINO  
POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA  
APPROACH TO  
ELECTROMAGNETIC SPECTRUM IN THE TEACHING UNIT POTENTIALLY  
SIGNIFICANT**

SOBRINHO, Francisco Batista Alves<sup>1</sup>

**RESUMO**

Este trabalho propõe a utilização de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) para o estudo do Espectro Eletromagnético no campo da Astronomia, para alunos do Ensino Médio. A sequência didática é constituída por quatro encontros, sendo o primeiro para aplicação de um Pré-Teste para identificação dos *subsunçores*, o segundo para uma aula expositiva para abordagem dos conceitos científicos do estudo do Espectro Eletromagnético e suas contribuições para o campo da Astronomia, o terceiro para uma aula prática experimental de observação dos espectros emitidos por diferentes fontes de luz, e o quarto e último encontro para a apresentação dos espectros observados e a aplicação do Pós-Teste I, que consiste na construção de Mapas Conceituais, e do Pós-Teste II, constituído por uma avaliação com questões de múltipla escolha e dissertativas. Os testes sugeridos objetivam avaliar qualitativamente se haverá a ancoragem do novo conhecimento, através do produto educacional aplicado.

**Palavras-chave:** UEPS. Espectroscopia. Astronomia. Aprendizagem significativa.

**ABSTRACT**

This work proposes the use of a Potentially Significant Teaching Unit (UEPS) to study the Electromagnetic Spectrum in the field of Astronomy for high school students. The didactic sequence consists of four meetings, the first being for the application of a Pre-Test to identify the subsumers, the second for an expository class to approach the scientific concepts of the study of the Electromagnetic Spectrum and its contributions to the field of Astronomy, the third for an experimental practical class on observing the spectra emitted by different light sources, and the fourth and final meeting for the presentation of the observed spectra and the application of Post-Test I, which consists of the construction of Conceptual Maps, and the Post-Test Test II, consisting of an assessment with multiple choice and

---

<sup>1</sup> Tecnólogo em Mecatrônica Industrial pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE). Licenciando em Física pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE). Professor da Escola Estadual de Educação Profissional Professor Gustavo Augusto Lima, Lavras da Mangabeira/CE. Email: alves.frank@hotmail.com

essay questions. The suggested tests aim to qualitatively assess whether new knowledge will be anchored through the educational product applied.

**Keywords:** UEPS. Spectroscopy. Astronomy. Meaningful learning

## 1. INTRODUÇÃO

Muitas críticas que recaem sobre o ensino de Física referem-se à ação passiva dos alunos ao se comportarem como meros ouvintes das informações que o professor transmite no famigerado ensino tradicional. Geralmente, tais metodologias, quase sempre, não buscam associar esses ensinamentos aos conhecimentos prévios que os estudantes construíram ao longo de sua vida. Fatores como a falta de formação continuada para os professores, condições de trabalho inadequadas, o reduzido número de aulas e a perda de identidade da disciplina no currículo, inserem, conseqüentemente, o ensino da Física na educação contemporânea dentro do contexto da aprendizagem mecânica.

A preocupação com o ensino de física torna-se, a cada dia, mais evidente, e tem como um dos principais obstáculos, o rompimento de metodologias que preservam modelos de ensino tradicional. Além disso, é necessário repensar sobre a forma em que conteúdos estão sendo trabalhados, se a sequência estabelecida promove efetivamente o aprendizado, bem como a flexibilização das estratégias utilizadas pelos professores, com intuito de adequar-se às demandas da atualidade e ao contexto em que o aluno está inserido.

O ensino de Física especificamente, que é fruto da construção humana, envolve conceitos importantes para compreender o mundo em seus diferentes aspectos, permitindo entender como funcionam as coisas à nossa volta, principalmente diante dos avanços tecnológicos presentes em nossa sociedade atual. Neste âmbito, tantos os objetivos propostos em cada atividade pedagógica, como a metodologia a ser utilizada pelo professor, são fatores cruciais para um processo de aprendizagem efetivo.

Diante da problemática acima apresentada, surgem os seguintes questionamentos: como tornar significativos o ensino e a aprendizagem dos conteúdos de Física? Que instrumentos pedagógicos devem ser utilizados pelos

professores para tal ensino?

Propostas que sugerem a utilização de experimentos práticos para o ensino de Física é um tema que já conta com uma vasta gama de trabalhos desenvolvidos no contexto de ensino-aprendizagem, porém, é importante destacar que os experimentos por si só não são suficientes para desenvolver e relacionar os conhecimentos teóricos aos fenômenos naturais. Para que a aprendizagem dos conceitos físicos ocorra de maneira efetiva, faz-se necessário a adoção de novas práticas de ensino que levem em consideração o contexto social e os conhecimentos que os aprendizes possuem.

Nas metodologias mais recentes, considerar as concepções prévias dos estudantes tornou-se um dos pilares fundamentais do novo sistema educacional. Este princípio enfatiza a importância de reconhecer e abordar as ideias e percepções iniciais dos alunos. Metodicamente, essas concepções prévias são identificadas e abordadas por meio de atividades que envolvem, por exemplo, o uso e a construção de mapas mentais, bem como discussões em grupo orientadas por desafios propostos ou experimentos práticos. Essa abordagem pedagógica visa promover uma aprendizagem mais profunda e significativa.

O intuito de desenvolver uma proposta de sequência didática para abordagem do tema Espectro Eletromagnético no campo da Astronomia no Ensino Médio, inspirou-se na ideia de uma UEPS, que possam proporcionar aprendizagens reais não-literais, buscando uma aprendizagem que vai além de uma simples memorização de conceitos e fórmulas, o que, na maioria das vezes, não possuem nenhum significado para o aluno.

O presente trabalho tem como objetivo, desenvolver uma proposta metodológica, através de uma UEPS, como um recurso capaz de promover a aprendizagem significativa do tema Espectro Eletromagnético no estudo da Astronomia, aos alunos do Ensino Médio, através de um experimento prático de um espectroscópio, como recurso metodológico que possa contribuir para despertar nos alunos a curiosidade e o interesse pelo tema.

A proposta de trabalhar conceitos físicos através de uma UEPS se coloca como uma importante contribuição às mais recentes metodologias de ensino ao

trabalho docente. O desenvolvimento de um experimento como o Espectroscópio, pode possibilitar a compreensão dos elementos fundamentais responsáveis pela formação estelar, pela descoberta dos elementos químicos, entre outros.

Ao utilizar recursos que visam relacionar os aspectos teóricos com atividades experimentais, a expectativa é que haja um maior envolvimento dos alunos em torno de cada conteúdo, podendo também despertar o interesse em aprender os conteúdos de Física de maneira que se sintam motivados.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

O presente trabalho se insere na perspectiva da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, e a metodologia didática utilizada, segue, estrategicamente, a ideia de uma (UEPS) proposta por Moreira (2013), com o objetivo de desenvolver uma aprendizagem significativa do tema explorado.

### **2.1 A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA – TAS (DAVID AUSUBEL)**

A concepção que sustenta a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel (2003) considera como fator fundamental para que a aprendizagem significativa sobrechegue, o ensino deve considerar o conhecimento pré-existente na estrutura cognitiva do aprendiz, assim, Moreira (2011, p.32) afirma que, para levar em conta tal conhecimento, é necessário averiguá-lo previamente. Assim, o autor define que aprendizagem significativa é aprendizagem com significado. No entanto, a proposta original de Ausubel vai muito além desta tautologia.

No processo de aprendizagem significativa, Ausubel (2003, p.71), defende que ela ocorre por recepção e não por descoberta, sendo que este não é um processo passivo, pois exige ação e reflexão do aprendiz, o que implica em relacionar, de forma não arbitrária e não literal, uma nova informação a outras com as quais o aluno já esteja familiarizado, ou seja, já existe previamente na estrutura cognitiva do aluno, e estes conhecimentos prévios o autor define como “subsunçores”.

Os conhecimentos denominados por David Ausubel como “subsunçores”

exercem uma função importante no processo de aprendizagem dos alunos, pois são considerados como “âncora”, para estabelecer relações e atribuir significado ao novo conhecimento. Ou seja, ao se ver diante do novo conhecimento, o sujeito localiza em suas estruturas cognitivas algum conhecimento que possa relacionar ao novo, atribuindo sentido a esse novo conhecimento.

Moreira (2011, p. 14) ressalta que, na preparação da aula, o professor tem o dever de buscar os pontos de ancoragem entre o que o aluno já sabe e o que se quer ensinar. Os estudantes, por outro lado, têm o dever de manifestar disposição para realizar esse processo, para que esta nova informação se relacione de maneira não arbitrária e substantiva (não-literal) à estrutura cognitiva do aprendiz. A não-arbitrariedade e substantividade são as características básicas da aprendizagem significativa e, segundo o autor, são definidas como:

Não-arbitrariedade quer dizer que o material potencialmente significativo se relaciona de maneira não-arbitrária com o conhecimento já existente na estrutura cognitiva do aprendiz. Ou seja, o relacionamento não é com qualquer aspecto da estrutura cognitiva, mas sim com conhecimentos especificamente relevantes, os quais Ausubel chama subsunçores. O conhecimento prévio serve de matriz ideacional e organizacional para a incorporação, compreensão e fixação de novos conhecimentos quando estes “se ancoram” em conhecimentos especificamente relevantes (subsunçores) preexistentes na estrutura cognitiva. Novas ideias, conceitos, proposições, podem ser aprendidos significativamente (e retidos) na medida em que outras ideias, conceitos, proposições, especificamente relevantes e inclusivos estejam adequadamente claros e disponíveis na estrutura cognitiva do sujeito e funcionem como pontos de “ancoragem” aos primeiros.

Quando os conceitos subsunçores não existirem ou não forem identificados, Moreira (2011, p.27) descreve que:

...a principal estratégia advogada por Ausubel, para manipular a estrutura cognitiva dos aprendizes, é a de utilizar organizadores prévios, que são materiais introdutórios apresentados antes do material de aprendizagem em si, em um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade. Seriam uma espécie de “ancoradouro provisório”, que serviriam de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele deve saber para que o novo conteúdo possa ser aprendido de maneira significativa.

Com os organizadores prévios, buscar-se-á o aperfeiçoamento dos significados de cada conceito a ser construído, tornando-os mais precisos e específicos e, conseqüentemente, promover uma reorganização na estrutura

cognitiva do aprendiz. Neste processo, são construídas hierarquias conceituais, onde mais especificados se tornam os conceitos envolvidos no processo, o que possibilita que este possa ser cada vez mais aprofundado e compreendido através de novas interações, dependendo do interesse e da amplitude que se deseja dar ao estudo.

Diante deste modelo de ensino, é pouco provável que o aluno consiga desenvolver competências e habilidades cognitivas suficientes para a resolução de problemas distintos daqueles previamente propostos em sala, além de que, um processo de ensino que não se articula aos conhecimentos prévios dos alunos, torna a aprendizagem desmotivadora.

## **2.2 UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS – UEPS**

No ensino de Física, os alunos do ensino médio estão habituados a vivenciar situações de ensino em que os professores priorizam a exposição de meros conceitos e demonstrações de fórmulas aplicadas aos conteúdos previstos no programa de ensino da instituição. Valorizando a leitura e memorização dos conteúdos e o repetitivo exercício da resolução de questões, sem proporcionar, de forma alguma, uma situação adequada para a aprendizagem significativa.

Sobre esta visão, Moreira (2011, p. 13) apresenta as UEPS, que são sequências didáticas facilitadoras da aprendizagem significativa. Em seu trabalho, o autor descreve que, para aprender significativamente é necessário aumentar e modificar as ideias que já existem na estrutura cognitiva do indivíduo, e com isso ele será capaz de fazer relação com novos conhecimentos.

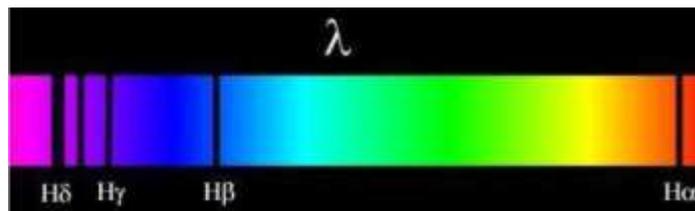
Ao propor a utilização desta metodologia no estudo de óptica, na Física, embasado na teoria de Ausubel (apud UFRGS, 2009) e Moreira (2011, p.36), cogita-se a possibilidade de, através de um maior engajamento no desenvolvimento da prática, possa efetivamente haver uma aprendizagem significativa. Para tanto, o professor, ao iniciar seu plano de aula, deve primordialmente buscar recursos que possibilitem investigar o nível de desenvolvimento dos alunos em relação à existência dos conceitos prévios de cada tema, e só a partir daí, escolher o material didático adequado para a execução da aula.

Neste contexto, as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS), emergem como uma excelente alternativa de metodologia pedagógica. Essa abordagem se baseia na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, que defende que o conhecimento novo se relaciona com o conhecimento prévio do aluno, formando uma rede de significados. Ao utilizar a metodologia UEPS, o professor pode planejar unidades de ensino que considerem as necessidades, os interesses e as dificuldades dos alunos no objeto de estudo envolvido, além de estimular a participação ativa, a autonomia e a colaboração entre os estudantes.

### 2.3 O ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO E A ASTRONOMIA

Espectroscopia é o estudo da luz através de suas cores componentes, que aparecem quando a luz passa através de um prisma ou de uma rede de difração (FILHO, SARAIVA, 2003, p. 205). A sequência de cores formada pela difração da luz é chamada de espectro.

Figura 1. Espectro Eletromagnético



(Fonte: Filho & Saraiva, 2003, p. 205)

Através da análise espectral de uma estrela são obtidas informações sobre suas propriedades físicas, suas temperaturas, densidades e composições químicas.

O estudo da espectroscopia teve início em 1665 quando Isaac Newton demonstrou, que a luz branca, como a luz do Sol, ao passar por um prisma se decompõe em luz de diferentes cores, formando um espectro como o arco-íris. Em 1802, William Hyde Wollaston (1766-1828), realizou experimentos e observou que, ao passar a luz do sol por uma fenda, e depois por um prisma, surgiam algumas linhas escuras no espectro, e estas, ele interpretou como o limite das cores, posteriormente descobrindo que essas linhas são imagens da fenda do espectrógrafo em diferentes comprimentos de onda (FILHO, SARAIVA, 2003, p. 205).

Até 1820, o alemão Joseph Ritter von Fraunhofer, inventor do espectroscópio já havia contado 574 linhas escuras no espectro solar, chamadas depois de linhas de Fraunhofer, além de observar essas linhas nos espectros das estrelas Sírius, Castor, Pollux, Capella, Betelgeuse e Procyon (UFRGS, 2022).

De suas experiências, Kirchhoff formulou as três leis empíricas da espectroscopia (Leis de Kirchhoff), para determinar a composição de uma mistura de elementos (FILHO, SARAIVA, 2003, p. 207):

1. Espectro contínuo: um corpo opaco quente, sólido, líquido ou gasoso, emite um espectro contínuo. Por exemplo, o filamento de uma lâmpada incandescente (sólido), a lava de um vulcão (líquido), uma estrela (gás denso).
2. Espectro de emissão: um gás transparente (isto é, pouco denso), produz um espectro de linhas brilhantes (de emissão). O número e a cor (posição) dessas linhas dependem dos elementos químicos presentes no gás. Por exemplo, uma lâmpada fluorescente.
3. Espectro de absorção: se um espectro contínuo passar por um gás a temperatura mais baixa, o gás frio causa a presença de linhas escuras (absorção). O número e a posição dessas linhas dependem dos elementos químicos presentes no gás. Por exemplo, o sol e sua atmosfera

A escolha do tema Espectro Eletromagnético se justifica pelo fato de ser um tópico fundamental no estudo da Astronomia, conteúdo inserido na Competência Específica 2, da Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, na Etapa do Ensino Médio da BNCC (2018, p. 553):

Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis... Nessa competência específica, podem ser mobilizados conhecimentos conceituais relacionados a: origem da Vida; evolução biológica; registro fóssil; exobiologia; biodiversidade; origem e extinção de espécies; políticas ambientais; biomoléculas; organização celular; órgãos e sistemas; organismos; populações; ecossistemas; teias alimentares; respiração celular; fotossíntese; neurociência; reprodução e hereditariedade; genética mendeliana; processos epidemiológicos; espectro eletromagnético; modelos atômicos, subatômicos e cosmológicos; astronomia; evolução estelar; gravitação; mecânica newtoniana; previsão do tempo; história e filosofia da ciência; entre outros.

O tema pode, ainda, possibilitar ao educando, a compreensão da importância dos efeitos da luz sobre a nossa vida, atribuindo assim um significado para o objeto

de estudo, o que, na maioria das vezes, não condiz com a realidade do ensino de Física.

No ensino de Física, a experimentação pode ser uma estratégia eficiente para o desenvolvimento de situações problemas que permitam a contextualização e o estímulo a questionamentos de investigação. No entanto, essa metodologia não deve ser pautada nas aulas experimentais do tipo “receita de bolo”, em que os aprendizes recebem um roteiro para seguir e devem obter os resultados que o professor espera, tampouco apetece que o conhecimento seja construído pela mera observação (GUIMARÃES, 2009, p. 198).

Com esta perspectiva, as UEPS oferecem uma alternativa para a construção de uma sequência de atividades potencialmente significativas dotadas de uma sequência lógica coerente para a abordagem dos conteúdos que se deseja abordar.

## 2.4 DESENVOLVIMENTO DA UEPS

O trabalho consiste no desenvolvimento uma estratégia didática para estudantes do Ensino Médio, com o intuito de abordar o estudo do Espectro Eletromagnético no campo da Astronomia. Neste âmbito, a metodologia didática utilizada, segue, estrategicamente, a ideia de uma UEPS proposta por Moreira (2011, p. 3), com o objetivo de desenvolver uma aprendizagem significativa do tema explorado.

O autor descreve oito os passos fundamentais para o desenvolvimento de uma UEPS, dos quais, fica a critério do professor, traçar a melhor metodologia para segui-los (MOREIRA, 2011, p. 3):

1. definir o tópico a ser abordado, identificando os aspectos declarativos e procedimentais de acordo com o tópico escolhido;
2. criar/propor situação(ões) - discussão, questionário, mapa conceitual, situação problema etc. - que leve(m) o aluno a externalizar seu conhecimento prévio, aceito ou não-aceito no contexto da matéria de ensino, supostamente relevante para a aprendizagem significativa do tópico (objetivo) em pauta;
3. propor situações-problema, em nível bem introdutório, levando em conta o conhecimento prévio do aluno, que preparem o terreno para a introdução do conhecimento (declarativo ou procedimental) que se pretende ensinar; estas situações-problema ainda que introdutórias devem envolver, desde já, o tópico a ser ensinado; são as situações que dão sentido aos novos conhecimentos, mas para isso o aluno deve percebê-las como problemas e deve ser capaz de modelá-las mentalmente; modelos mentais são

funcionais para o aprendiz e resultam da percepção e de conhecimentos prévios (invariantes operatórios); estas situações problema iniciais podem ser propostas através de simulações computacionais, demonstrações, vídeos, problemas do cotidiano, representações veiculadas pela mídia, problemas clássicos da matéria de ensino,..., mas sempre de modo acessível e problemático, isto é, não como exercício de aplicação rotineira de algum algoritmo;

**4.** uma vez trabalhadas as situações iniciais, apresentar o conhecimento a ser ensinado/aprendido, levando em conta a diferenciação progressiva, isto é, começando com aspectos mais gerais, inclusivos, dando uma visão inicial do todo, do que é mais importante na unidade de ensino, mas logo exemplificando, abordando aspectos específicos; a estratégia de ensino pode ser, por exemplo, uma breve exposição seguida de atividade colaborativa em pequenos grupos que, por sua vez, deve ser seguida de atividade de apresentação ou discussão em grande grupo;

**5.** em continuidade, retomar os aspectos mais gerais, estruturantes (isto é, aquilo que efetivamente se pretende ensinar), do conteúdo da unidade de ensino, em nova apresentação (que pode ser através de uma breve exposição oral, de um recurso computacional, etc.), porém em nível mais alto de complexidade em relação à primeira apresentação; as situações-problema devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade; dar novos exemplos, destacar semelhanças e diferenças relativamente às situações e exemplos já trabalhados, ou seja, promover a reconciliação integradora; após esta segunda apresentação, propor alguma outra atividade colaborativa que leve os alunos a interagir socialmente, negociando significados, tendo o professor como mediador; esta atividade pode ser a resolução de problemas, a construção de um mapa conceitual ou um diagrama, um experimento de laboratório, um pequeno projeto,..., e deve necessariamente envolver negociação de significados e mediação do professor;

**6.** concluindo a unidade, dar continuidade ao processo de diferenciação progressiva retomando as características mais relevantes do conteúdo em questão, porém de uma perspectiva integradora, ou seja, buscando a reconciliação integrativa; isso deve ser feito através de nova apresentação dos significados que pode ser uma breve exposição oral, leitura de um texto, recurso computacional, audiovisual, etc.; o importante não é a estratégia, em si, mas o modo de trabalhar o conteúdo da unidade; após esta terceira apresentação, novas situações-problema devem ser propostas e trabalhadas em nível mais alto de complexidade em relação às situações anteriores, essas situações devem ser resolvidas em atividades colaborativas e depois apresentadas e/ou discutidas em grande grupo, sempre com a mediação do professor;

**7.** a avaliação da UEPS deve ser feita ao longo de sua implementação anotando tudo que possa ser considerado evidência de aprendizagem significativa do conteúdo da mesma; além disso, deve haver uma avaliação somativa após o quinto passo, na qual deverão ser propostas questões/situações que impliquem compreensão, que evidenciem captação de significados e, idealmente, alguma capacidade de transferência; tais questões/situações deverão ser previamente validadas por professores experientes na área; a avaliação do desempenho do aluno na UEPS deverá estar baseada, em pé de igualdade, tanto na avaliação formativa (registros do professor) como na avaliação somativa;

**8.** a UEPS somente será considerada exitosa se a avaliação do desempenho dos alunos fornecer evidências de aprendizagem significativa.

### 2.4.1 Planejamento e elaboração da UEPS

Observando estes aspectos sequenciais propostos por Moreira (2011, p. 3), para o desenvolvimento de uma UEPS, sugere-se, metodicamente, que o desenvolvimento da UEPS seja apoiado na utilização do experimento prático como desenvolvimento e o uso do espectroscópio caseiro, a ser elaborado pelos próprios estudantes. Este instrumento servirá como facilitador da aprendizagem do conteúdo de Espectroscopia.

Os conteúdos programáticos, procedimentos didáticos, material utilizado e o tempo de aula destinado para realização de cada atividade, estão dispostos na Tabela 1.

Tabela 1. Definição do conteúdo programático, procedimentos, material e carga horária.

Nº	CONTEÚDO PROGRAMÁTICO	PROCEDIMENTO DIDÁTICO	MATERIAL UTILIZADO	TEMPO
1º ENCONTRO	- Introdução dos conceitos relacionados ao espectro eletromagnético; - Pré-Teste.	- Apresentação dialogada do conteúdo de ensino; - Criação de situações problemas, em um nível básico; - Questões de múltipla escolha e dissertativas.	- Projetor; - Apresentação eletrônica. - Material impresso (Pré-Teste).	1 aula (50 min)
2º ENCONTRO	- Espectroscopia na Astronomia: uma abordagem conceitual	- Aula expositiva e dialogada, com explanação dos conceitos científicos sobre o estudo do Espectro Eletromagnético e seus objetivos na Astronomia: técnicas para identificação dos elementos que constituem as estrelas; técnicas para determinar as distâncias entre elas; e como avaliar as suas temperaturas.	- Projetor; - Apresentação eletrônica.	2 aulas (100 min)
3º ENCONTRO	- Construção do espectroscópio e observação dos espectros.	- Apresentação do instrumento experimental; - Montagem do espectroscópio; - Observação e registro dos espectros de diferentes fontes de luz.	- Roteiro da atividade prática; - Materiais para construção do espectroscópio caseiro; - Jogo de luz	2 aulas (100 min)

			caseiro;	
4º ENCONTRO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apresentação dos espectros;</li> <li>- Pós-teste I.</li> <li>- Pós-teste II.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Exposição dos espectros captados;</li> <li>- Orientações para construção de Mapas Mentais (MM);</li> <li>- Aplicação da atividade avaliativa (pós-teste I): Construção dos MM.</li> <li>- Avaliação da aprendizagem (questões de múltipla escolha e dissertativas)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Projetor;</li> <li>- Apresentação eletrônica.</li> <li>- Material impresso</li> </ul>	2 aulas (100 min)

Fonte: Elaborado pelo autor

#### 2.4.2 Instrumento de produção de dados

O estudo poderá utilizar como instrumentos auxiliares para produção de dados a aplicação de três atividades avaliativas (Pré-teste, Pós-teste I e Pós-teste II), conforme descritos na Tabela 2.

Tabela 2 - Distribuição e caracterização das atividades da UEPS.

ATIVIDADE	DESCRIÇÃO
PRÉ-TESTE*	Trata-se de uma atividade que envolve perguntas abertas e fechadas sobre espectro da luz visível relacionados a alguns exemplos cotidianos. Na atividade, foram elaboradas questões que possibilitam identificar o conhecimento prévio (subsunçores) do estudante. O tempo previsto para realização desta atividade é de 30 min.
PÓS-TESTE I*	Consiste no desenvolvimento de mapas conceituais com o objetivo de fazer com que os estudantes consigam representar seus conhecimentos sobre as contribuições da espectroscopia astronômica para estudo das características das estrelas. O tempo estimado para desenvolvimento desta atividade é de 30 min.
PÓS-TESTE II*	Trata-se de um questionário envolvendo perguntas abertas e fechadas, cujos resultados servirão para uma análise diagnóstica para averiguação da aprendizagem significativa em relação ao estudo da Espectroscopia na Astronomia. O tempo estimado para realização desta atividade é de aproximadamente 50 min.

Fonte: Elaborado pelo autor

### 2.4.3 Descrição dos procedimentos didáticos

#### 2.4.3.1 Primeiro encontro (Introdução dos conceitos relacionados ao espectro eletromagnético; Pré-Teste)

Neste primeiro encontro deverá ser apresentada a temática da sequência didática situando os participantes no estudo da espectroscopia, partindo do pressuposto de que, eles, não conhecem este tema. Discutido brevemente o estudo da espectroscopia estelar e a sua importância para astronomia, instigando a criação de situações problema para realização do *PRÉ-TESTE*.

Para iniciar a resolução da atividade, deverá ser exposto no projetor, a imagem de um arco-íris e a imagem do espectro formado pela rede de difração de um CD transparente.

Figura 2. Imagens intuitivas para as questões 1 e 2 do Pré-Teste.



Fonte: Elaborado pelo autor

Com relação a Figura 1, os alunos devem responder aos dois primeiros questionamentos: “O que vocês veem de semelhante nas duas imagens que estão no projetor?”; “Os fenômenos são iguais? Justifique.”.

Para a questão 8, deve ser exibido o vídeo intitulado: Teste Atômico (teste de chamas do canal Pontociência, disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=9dqFfE1RebA&t=50s>), em que se questiona os estudantes sobre: “O que provocou as chamas em diferentes cores?”.

O Pré-Teste é composto por 12 questões:

1 - [AGUARDAR EXIBIÇÃO DA IMAGEM] O que vocês vêem de semelhante nas duas imagens que estão no projetor?

2 - Os fenômenos são iguais?

SIM ( )

NÃO ( )

JUSTIFIQUE:

3 - O que é a luz para vocês?

4 - O que da luz você precisa para viver?

5 - Sabe o que seria da vida em nosso planeta sem a luz?

6 - Quais os corpos que vocês conhecem que emitem luz?

7 - Qual a cor da luz emitida por:

**I – O Sol:**

( ) Branca      ( ) Amarela      ( ) Vermelha      ( ) Azul      ( ) Todas as cores

**II – Uma lâmpada**

( ) Branca      ( ) Amarela      ( ) Vermelha      ( ) Azul      ( ) Todas as cores

8 - [AGUARDAR EXIBIÇÃO DO VÍDEO] O que provocou as chamas em diferentes cores?

9 - O que é onda?

10 - Que tipo de ondas vocês conhecem?

11 - Como sabemos a temperatura do Sol, ou das estrelas em geral?

12 - Você sabe como é determinada a composição química das estrelas?

#### **2.4.3.2 Segundo encontro (Espectroscopia na Astronomia: uma abordagem conceitual)**

O segundo encontro consiste em uma aula expositiva e dialogada sobre o estudo do Espectro Eletromagnético e seus objetivos na Astronomia. Esta aula,

objetiva-se que os estudantes compreendam os conceitos científicos relacionados ao Espectro Eletromagnético e a importância da Espectroscopia para a Astronomia. Partindo deste pressuposto, será utilizado um material expositivo, que introdutoriamente, contém os seguintes questionamentos: “*Através da análise da radiação emitida pelas estrelas, como é possível determinar: a distância de uma estrela? Sua temperatura? E os elementos que as constituem?*”.

Para direcionar às respostas das perguntas inicialmente propostas, o material expositivo aborda, de forma conceitual, sobre: a natureza da luz; os parâmetros de uma onda; o fenômeno de dispersão da luz ao atravessar um prisma; o espectro eletromagnético e os diferentes tipos de radiação, como a luz visível, o infravermelho, a ultravioleta, os raios X e gama, discutindo a relação entre a cor da luz e sua frequência ou comprimento de onda, enfatizando que o espectro eletromagnético abrange uma vasta gama de radiações. O material da aula expositiva está disponível no link: <https://drive.google.com/drive/folders/1QhRsebUt651eZjTSLW35XxAHo4ZFBLBq?usp=sharing>.

#### **2.4.3.3 Terceiro encontro (Construção do espectroscópio e observação dos espectros)**

Este terceiro encontro tem como propósito a construção do espectroscópio e a observação e análise dos espectros de diferentes fontes de luz. Nesta etapa, é importante que a turma esteja dividida em grupos de no máximo cinco alunos para que cada estudante participe efetivamente do desenvolvimento do espectroscópio.

Inicialmente, deverá ser entregue a cada equipe, o projeto para construção do instrumento, e explicado o funcionamento básico do dispositivo. Na sequência, distribuídos os materiais necessários (canos de PVC, CDs, tesouras/estilete, fita adesiva etc.) e cada grupo deverá ser auxiliado durante o processo de construção do espectroscópio.

Figura 3. Construção e teste do espectroscópio.



Fonte: Elaborado pelo autor

Após a construção dos espectroscópios, deve-se realizar as observações de diferentes fontes de luz (podem ser utilizadas lâmpadas de diferentes materiais, por exemplo, lâmpadas transparentes com filamento de Tungstênio, lâmpadas coloridas com filamento de Tungstênio, lâmpadas de LED ou lâmpadas fluorescentes, facilmente encontradas em lojas de construção e decorações). Durante as observações, cada grupo deve realizar o registro fotográfico dos espectros de cada fonte de luz para posterior análise dos resultados obtidos.

#### **2.4.3.4 Quarto encontro (Apresentação dos espectros obtidos; Construção de Mapas Mentais; Pós-Teste II)**

No quarto e último encontro, os estudantes deverão realizar a apresentação, através de uma aula expositiva, das imagens comparando os resultados obtidos nas observações dos diferentes espectros registrados. Esta comparação permitirá identificar a diferença na composição química de cada fonte de luz captada.

Na sequência, os estudantes deverão iniciar a o Pós-Teste I (Construção dos Mapas Mentais sobre o Espectro Eletromagnético na Astronomia), elencando os principais tópicos estudados e o experimento realizado.

Por fim, a última aula será destinada a realização do Pós-Teste II, que tem como propósito verificar a consolidação dos conhecimentos adquiridos ao longo da sequência didática. O Pós-teste consiste numa atividade de 10 questões conforme

ilustradas a seguir.

Figura 4. Pós-Teste III

*PÓS-TESTE – ESPECTROSCÓPIA NA ASTRONOMIA*

ALUNO: \_\_\_\_\_

TURMA: A | B | C |

1 - Quais informações de uma estrela podem ser obtidas através da radiação captada por um espectroscópio?

2 - São parâmetros de uma onda:

- Comprimento
- Energia
- Diâmetro
- Ritmo
- Amplitude
- Período

3 - De acordo com o material exposto, vídeos e o experimento realizado, quais técnicas da Espectroscopia podem ser usadas para identificação da presença digital de um elemento? Explique.

4 - Qual grandeza de uma onda eletromagnética difere a radiação monocromática vermelha (de menor frequência) da radiação monocromática violeta (de maior frequência), no espectro de decomposição da luz branca?

- O período da onda eletromagnética
- A amplitude da onda eletromagnética
- A quantidade de energia transportada pela onda
- A frequência da onda
- A temperatura da onda

5 - Ondas eletromagnéticas são oscilações formadas por campos elétricos e magnéticos variáveis, que se propagam tanto no vácuo quanto em meios materiais. Elas são ondas tridimensionais e transversais que viajam na velocidade da luz, transportando exclusivamente energia. Na nossa cotidiana, é muito importante a estabilidade e o uso correto de alguns tipos de ondas, que se apresentam na forma de ondas de rádio, micro-ondas, infravermelho, luz visível, ultravioleta, raios x e raios gama. Por outro lado, os efeitos indesejados pelas radiações eletromagnéticas podem gerar um risco à saúde ao produzir alterações biológicas, inclusive um maior risco de câncer quando exposto às ondas ultravioleta, raios x e gama.

Diante do exposto, marque a item CORRETO em relação à característica das ondas eletromagnéticas posteriores ao espectro visível que carregam esse risco à exposição.

- A ser medida pela onda eletromagnética, pois após o vermelho do espectro visível cada uma carrega uma maior quantidade de energia.
- Após certas frequências, uma onda eletromagnética passa a ser considerada uma radiação ionizante, pois possuem potencial para arrancar elétrons dos átomos, ocasionando o surgimento de anomalias celulares, que podem evoluir para um câncer. Isso ocorre com as ondas de maior a frequência pois são mais energéticas.
- A grandeza que caracteriza a radiação de cada tipo de onda é a sua frequência, quanto maior a frequência, maior a quantidade de energia carregada pela onda.

*PÓS-TESTE – ESPECTROSCÓPIA NA ASTRONOMIA*

6) A grandeza que caracteriza a radiação de cada tipo de onda é a amplitude. A escolha de uma banda óptica, por exemplo, cria ondas de maior gama de batimentos amplitude, o que pode introduzir muitos efeitos nos células do corpo humano.

6) A grandeza que caracteriza a radiação de cada tipo de onda é o comprimento. A escolha de uma banda óptica, por exemplo, cria ondas de maior gama de batimentos amplitude, o que pode introduzir muitos efeitos nos células do corpo humano.

6 - De acordo com seu estudo a respeito das ondas eletromagnéticas, qual das fórmulas abaixo é a correta para que seja possível encontrar o valor do comprimento da onda eletromagnética?

- $\lambda = \frac{c}{f}$
- $\lambda = \frac{v}{f}$
- $\lambda = c \cdot v$
- $\lambda = \frac{v}{c}$
- $\lambda = c \cdot T$

7 - Ao apagar gradualmente o filamento de uma lâmpada incandescente percebe-se uma interação entre o ar e os filamentos. Com base neste experimento pode-se relacionar a cor das estrelas com a temperatura da sua superfície e classificar o seu tipo espectral conforme figura ao lado.

Com relação a classificação espectral ilustrada na figura, marque o item CORRETO.

- Estrelas classificadas no como tipo A indicam que a temperatura da superfície é inferior a 2600° C.
- Estrelas classificadas no como tipo G tem temperaturas maiores que as do tipo F, A B e O.
- Estrelas do tipo O são as de maior temperatura, podendo atingir entre 25000° C a 40000° C.
- Estrelas classificadas no como tipo M tem maior temperatura em relação aos demais tipos.
- Estrelas de cor branca são as de maior temperatura, pois possui todas cores do espectro.

8 - Entre as ondas abaixo, qual não corresponde a uma onda eletromagnética?

- Infravermelho
- Raios X
- Ultravioleta
- Luz visível
- Som

9 - Explique como é realizada a identificação da posição (distância) de uma estrela a partir do seu espectro.

10 - Relacione, na coluna B, o tipo de espectro obtido com as técnicas ilustradas na coluna A:

COLUNA (A)	COLUNA (B)
(I)	( )
(II)	( )
(III)	( )

Fonte: Elaborado pelo autor

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Atualmente é possível constatar um crescimento expressivo de pesquisas que versam sobre a deficiência no ensino de Física no Brasil, desde o ensino Fundamental até o Ensino Médio. Nas bibliografias mais recentes são apontados como principais problemáticas: a dificuldade do professor em abordar o conteúdo de forma adequada, a falta de formação continuada, a não utilização de metodologias ativas, o despreparo do professor para trabalhar com atividades experimentais, a indisponibilidade de materiais e recursos por parte das escolas, a falta de apoio pedagógico, e até mesmo a falta de instruções no livro didático, que é atualmente uma das fontes mais utilizada.

Notadamente, uma atividade prática pode melhorar o interesse, facilitando o

aprendizado e contribuindo na construção do conhecimento pelo próprio discente. Embora haja uma grande diversidade de sugestões que buscam minimizar estas dificuldades no ensino de Física, são muitos os desafios encontrados que interferem no êxito deste campo do saber. Como docentes, devemos, antes de tudo, refletir diante dos seguintes questionamentos: Por que ensinar física? Quais competências se pretende desenvolver nos alunos? Quais os impactos da aprendizagem no cotidiano dos alunos? Quais metodologias poderão ser mais eficientes? Quais instrumentos pedagógicos utilizar para tal ensino?

Diante desse contexto, delineou-se através deste trabalho, a proposta de aplicação de uma UEPS, com a construção e utilização de um Espectroscópio desenvolvido pelos próprios estudantes como ferramenta de ensino para o estudo do Espectro Eletromagnético no campo da Astronomia.

Pode-se destacar que a presente proposta, com a construção e utilização de um experimento (o espectroscópio) de baixo custo, além de possibilitar o contato prático com o tema de ensino, visa um maior engajamento dos alunos, visto que cada um deverá produzir o seu instrumento de aprendizagem.

A seguinte proposta para o ensino de física poderá possibilitar a observação e demonstração do espectro eletromagnético de diferentes fontes luminosas, podendo abranger também, informações para estudos como, a descoberta dos fótons, a importância da espectropia para a Astrofísica e outros fenômenos que ocorrem por intermédio dos efeitos da luz no cotidiano dos alunos, como o Arco-íris e Aurora Boreal.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUSUBEL, David P.. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003.

FILHO, Kepler de Souza Oliveira; SARAIVA, Maria de Fátima Oliveira. **Astronomia e Astrofísica**. Porto Alegre. Departamento de Astronomia - Instituto de Física, 2003. 740 p.

GUIMARÃES, Cleidson Carneiro. Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa. **VII Evento de Educação em Química**, Araraquara, v. 31, n. 3, p. 198-202, 20 mar. 2009.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **BNCC**: Base Nacional Comum Curricular. Brasília: Conselho Nacional de Educação, 2018. 576 p.

MOREIRA, Marco Antonio. **APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA EM MAPAS CONCEITUAIS**. 2013. 55 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física, Instituto de Física, UFRGS, Porto Alegre, 2013.

MOREIRA, Marco Antônio. **Aprendizagem significativa**: a teoria e textos complementares. São Paulo. Editora Livraria da Física. São Paulo, 2011.

MOREIRA, Marco Antonio. UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS – UEPS. **Aprendizagem Significativa em Revista**, Porto Alegre, v. 1, n. 2, p. 43-63, dez. 2011.

UFRGS, Penta 2. **Teoria da Aprendizagem Significativa: Ausubel**. 2009. Disponível em: <<http://penta2.ufrgs.br/edu/objetivo/ausubel.html>>. Acesso em: 21 dez. 2023.

UFRGS. **Espectroscopia** 2022. Disponível em: <<http://astro.if.ufrgs.br/rad/espec/espec.htm#SECTION00120000000000000000>>. Acesso em: 21 dez. 2023