



Vitruvian Cogitationes – RVC

O ENSINO DA ESPECTROSCOPIA UV-VIS NA EDUCAÇÃO BÁSICA: CONSIDERAÇÕES INICIAIS

LA ENSEÑANZA DE LA ESPECTROSCOPIA UV-VIS EN LA EDUCACIÓN BÁSICA: CONSIDERACIONES INICIALES

THE TEACHING OF SPECTROSCOPY UV-VIS IN BASIC EDUCATION: INITIAL CONSIDERATIONS

Daniel Maggioni

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campo Mourão, danielmaggioni@yahoo.com.br

Natalia Neves Macedo Deimling

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campo Mourão, natalian@utfpr.edu.br

Cesar Vanderlei Deimling

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campo Mourão, cdeimling@utfpr.edu.br

Resumo: Visando colaborar na superação de alguns problemas envolvendo o ensino da Física moderna em sala de aula, neste trabalho apresentamos uma breve revisão da literatura científica tendo em vista discutir os principais resultados obtidos em trabalhos que abordam o tema de interação da radiação com a matéria, em especial aqueles que utilizam técnicas de espectroscopia usando comprimentos de onda na faixa do visível, aplicados em atividades práticas na educação básica. Trata-se da primeira etapa de uma pesquisa de mestrado, em processo inicial de desenvolvimento, vinculada ao programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da UTFPR, campus Campo Mourão, em parceria com a Sociedade Brasileira de Física. Neste trabalho, discutimos as principais dificuldades e limitações indicadas pelas pesquisas já desenvolvidas sobre o tema, bem como os resultados positivos obtidos a partir das experiências já realizadas por professores sobre o tema em sala de aula. Partindo desses apontamentos, esperamos desenvolver um produto educacional para o ensino deste tema na educação básica que busque contribuir de maneira efetiva para a melhoria do processo de ensino-aprendizagem deste conteúdo da Física Moderna no ensino médio.

Palavras-chave: Interação da radiação com a matéria. Espectroscopia no visível. Educação básica. Ensino de Física.

Resumen: Con el fin de colaborar en la superación de algunos problemas que involucran la enseñanza de la Física moderna en el aula, en este trabajo presentamos una breve revisión de la literatura científica con el fin de discutir los principales resultados obtenidos en trabajos que abordan el tema de la interacción de la radiación con la materia. , en especial aquellas que utilizan técnicas espectroscópicas utilizando longitudes de onda en el rango visible,

aplicadas en actividades prácticas en la educación básica. Esta es la primera etapa de una investigación de maestría, en proceso inicial de desarrollo, vinculada al Programa de Posgrado en Enseñanza de Física de la UTFPR, campus Campo Mourão, en alianza con la Sociedad Brasileña de Física. En este trabajo discutimos las principales dificultades y limitaciones señaladas por las investigaciones ya desarrolladas sobre el tema, así como los resultados positivos obtenidos de las experiencias ya realizadas por los docentes sobre el tema en el aula. A partir de estos apuntes, se espera desarrollar un producto educativo para la enseñanza de este tema en la educación básica que busque contribuir de manera efectiva al perfeccionamiento del proceso de enseñanza-aprendizaje de este contenido de Física Moderna en el bachillerato.

Palabras-clave: *Interacción de la radiación con la materia. Espectroscopia visible. Educación básica. Enseñanza de la Física.*

Abstract: *In order to collaborate in overcoming some problems involving the teaching of modern Physics in the classroom, in this work we present a brief review of the scientific literature in order to discuss the main results obtained in works that approach the theme of interaction of radiation with matter, in especially those that use spectroscopy techniques using wavelengths in the visible range, applied in practical activities in basic education. This is the first stage of a master's research, in the initial process of development, linked to the Postgraduate Program in Physics Teaching at UTFPR, Campo Mourão campus, in partnership with the Brazilian Society of Physics. In this work, we discuss the main difficulties and limitations indicated by the research already developed on the subject, as well as the positive results obtained from the experiences already carried out by teachers on the subject in the classroom. Based on these notes, we hope to develop an educational product for teaching this topic in basic education that seeks to effectively contribute to the improvement of the teaching-learning process of this content of Modern Physics in high school.*

Key words: *Interaction of radiation with matter. Visible spectroscopy. Basic education. Physics Teaching.*

1 INTRODUÇÃO

De acordo com o documento oficial que tem norteado os currículos em nível nacional, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), o ensino das Ciências da Natureza deverá garantir a apropriação, por parte dos estudantes, de uma diversidade de conhecimentos científicos produzidos ao longo da história da humanidade. Este documento aponta que os estudantes, ao final de sua trajetória de estudos, devem ser capazes de questionar a partir dos aspectos de observação do mundo, elaborar problemas, analisar demandas, planejar investigações, planejar e realizar experimentos, leituras, observações, desenvolver e utilizar ferramentas, elaborar explicações e/ou modelos, selecionar e criar argumentos baseando-se em evidências, modelos e/ou conhecimentos científicos, associar explicações e/ou modelos à evolução histórica dos conhecimentos científicos envolvidos, apresentar dados e resultados de investigação de maneira organizada, aplicar soluções sobre problemas encontrados no cotidiano e analisar sua eficácia (BRASIL, 2017).

Considerando as orientações para a área de ciências da natureza e suas tecnologias contidas na BNCC para o ensino médio (BRASIL, 2018), percebemos o foco em habilidades e competência demasiadamente generalistas, descritas nos itens Matéria e Energia, Vida e Evolução e Terra e Universo. Este documento indica ainda que estes conteúdos devem ser retomados e aprofundados nessa etapa da escolarização. Assim, para além dos compromissos

firmados no Ensino Fundamental, “[...] a BNCC da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias propõe um aprofundamento conceitual nas temáticas Matéria e Energia, Vida e Evolução e Terra e Universo” (BRASIL, 2018, p. 548).

Neste contexto, entendemos que os conteúdos descritos na área da Física moderna, em especial aqueles relacionados ao estudo da interação da radiação com a matéria, ganham relevância especial, pois permeiam todas as temáticas descritas na BNCC, colaborando com a compreensão dos fenômenos físicos presentes na natureza.

Entretanto, no atual cenário brasileiro do ensino médio, considerando a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, constatamos um esvaziamento sistemático de conteúdos, além do foco do aprendizado estar direcionado no aluno, em especial no método de aprendizado, deixando de lado o compromisso com a quantidade e a qualidade do conteúdo lecionado. Neste sentido, o aluno passa a ser o protagonista do seu aprendizado e o professor um mero facilitador da aprendizagem, o que, associado a um currículo flexibilizado por áreas de aptidão oferecido pelo novo ensino médio vigente, resultará em uma formação fragilizada em função da fragmentação dos conteúdos que por vezes são tratados de maneira superficial. Além dos problemas acima abordados, Oliveira (2015) aponta que a escolha pelos temas trabalhados em sala de aula pode ser influenciada por diferentes fatores como:

[...] os objetivos educacionais, a formação docente, as leis, diretrizes e bases curriculares nacionais, os recursos humanos e materiais disponíveis na instituição escolar, as condições objetivas e subjetivas de trabalho, as avaliações nacionais e internacionais da educação básica, entre outros (OLIVEIRA, 2019, p. 11).

Tendo em vista esses fatores que podem comprometer o desenvolvimento dos conteúdos de física moderna no ensino médio, Schwerz *et. al.* (2020) indicam que a área de conhecimento que apresenta a maior carência de profissionais atuantes em sala de aula, com formação na área específica, é a Física. Aliada à falta de profissionais com formação na área de atuação, os conteúdos de física moderna, como a interação da radiação com a matéria, que necessitam de uma compreensão muito bem consolidada do conteúdo, de seus pré-requisitos e de suas aplicações em diferentes contextos, tendem a ganhar um papel secundário na prática docente em sala de aula, sendo por muitas vezes tratados de maneira generalista e aligeirada.

Concordamos com Carvalho (1991) quando destaca a necessidade de que cursos de formação continuada tratem de maneira especial os conteúdos específicos junto aos professores, garantindo com isso o aprofundamento dos conhecimentos em determinadas áreas, bem como inclusão do processo histórico dos conteúdos em pauta, mantendo coerência ao princípio básico de que para ensinar um conteúdo não basta saber a teoria e de imediato aplicá-la no ensino. É preciso uma visão mais ampliada da teoria, saber como ela foi construída, passar pelos processos de construção dessa teoria, incorporá-la na sua plenitude, para, depois, discutir como ela pode ser trabalhada em sala de aula para os alunos com outra idade e outras experiências.

Considerando esses aspectos, e tendo em vista compreender como os conteúdos que abordam a interação da radiação com a matéria têm sido trabalhados na disciplina de Física do ensino médio, visamos com este trabalho apresentar uma breve revisão da literatura científica a fim de discutir os principais resultados obtidos em trabalhos que abordam o tema de interação da radiação com a matéria, em especial aqueles que utilizam técnicas de espectroscopia usando comprimentos de onda na faixa do visível, aplicados em atividades práticas na educação básica.

A partir deste trabalho, que se coloca como um ponto de partida necessário para a composição do referencial teórico-metodológico do estudo, buscaremos elaborar, desenvolver e avaliar um produto educacional que possa auxiliar na elaboração de práticas experimentais e na explicação de vários fenômenos físicos ligados a este tema, tendo como base a construção

de um espectrômetro que opere na faixa de comprimentos de onda do visível. Este trabalho se configura como uma pesquisa de Mestrado Profissional em estágio inicial, desenvolvida no Programa de Pós-graduação em Ensino de Física, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Campo Mourão, em parceria com a Sociedade Brasileira de Física.

2 MÉTODO E PROCEDIMENTOS

Considerando o objetivo deste trabalho, optamos por desenvolver uma pesquisa do tipo estado do conhecimento realizada a partir de uma abordagem qualitativa. Autores como Lüdke e André (1986) descrevem que a busca por fontes científicas que visem trazer a luz as contribuições e discussões sobre algum tema devem ser o ponto de partida de qualquer pesquisa científica.

Neste sentido, Romanowski e Ens (2006, p. 38 - 39) destacam que pesquisas de estado da arte têm como objetivo mapear e catalogar o que já foi produzido em determinada área, considerando diferentes fontes científicas, sejam elas teses, dissertações ou trabalhos publicados em periódicos científicos, buscando “[...] apontar caminhos que vêm sendo tomados e aspectos que são abordados em detrimento de outros, além de [...] indicar possíveis contribuições da pesquisa para com as rupturas sociais”.

Neste trabalho foram analisados trabalhos obtidos a partir dos bancos de dados descritos a seguir: Revista Brasileira de Ensino de Física, Repositório Institucional da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (RIUT), Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da CAPES (BDTD), Revista do professor de Física e o Caderno Brasileiro de ensino de Física. As palavras-chave utilizadas na busca dos trabalhos foram: espectrometria, espectroscopia, interação de radiação com matéria, interação de luz com matéria e kit de experimento de radiação, combinadas entre si.

A partir da leitura dos trabalhos encontrados, foram selecionados 19 trabalhos que discutem o tema geral - interação da radiação com a matéria -, aplicado ao ensino de física, sendo que destes apenas 6 abordam, de alguma forma, o desenvolvimento do tema espectroscopia da luz em sala de aula, discutindo a construção de experimentos, de sequências didáticas, seus benefícios, cuidados e resultados obtidos.

A análise dos dados foi realizada a partir da leitura exploratória dos trabalhos selecionados tendo em vista a identificação dos seguintes critérios: conteúdos e recursos didáticos utilizados, principais resultados alcançados, contribuições e lacunas dos estudos para o processo de ensino-aprendizagem. Apresentamos os resultados derivados desta análise na próxima seção.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando o material selecionado, foi possível observar que, em sua maioria, esses trabalhos descrevem propostas de experimentos ou roteiros de estudos que podem ser utilizados em sala de aula, com foco na explicação de alguns fenômenos físicos relacionados à interação da radiação com a matéria. Os fenômenos físicos mais evidenciados ao longo dos trabalhos analisados remetem ao aquecimento provocado pelas radiações, utilizando o contexto da radiação de corpo negro, bem como o processo de transferência de energia e excitação da matéria usando o efeito fotoelétrico como contexto. Foram encontradas poucas propostas para o desenvolvimento do trabalho em sala de aula dos fenômenos físicos envolvendo a atenuação da radiação incidente em um material (SILVA, 2012) e a radioatividade (ULIANO, 2018).

Em seu trabalho, Silva (2012) apresenta a descrição detalhada de um simulador, registrado junto ao INPI pelo Departamento de Inovação Tecnológica da UFSC¹, que permite avaliar como fótons de diferentes comprimentos de onda e, portanto, de diferentes energias, interagem com a matéria. Este mesmo simulador permite diferentes análises, dentre elas, a escolha entre quatro tipos de materiais, com espessuras variáveis, a variação do tempo de exposição da radiação e o número de medições de fótons. Os resultados obtidos do simulador indicam o número de fótons incidentes no material e o número de fótons espalhados e detectados após a interação com o material. Trata-se de um trabalho que não foi implementado em sala de aula, e, portanto, não apresenta resultados acerca da interação deste recurso com os estudantes.

Já Uliano (2018) apresenta em seu trabalho uma sequência didática para o ensino do tema de radiação e radioatividade aplicada ao ensino médio. Nele, o autor retoma as noções iniciais sobre o espectro eletromagnético, diferenciando as radiações não ionizantes daquelas ionizantes, ressaltando seus perigos e os cuidados necessários. Em um segundo momento, o tema da radioatividade é explorado por meio de vídeos, textos, curiosidades e atividades teóricas. Neste contexto são exploradas situações envolvendo a capacidade de penetração de diferentes formas de radiação (alfa, beta e gamma), bem como seus riscos à saúde humana. Embora o tema descrito nesta sequência didática seja desenvolvido sem o auxílio de atividades práticas, em função dos riscos envolvidos, os resultados obtidos indicam que recursos como vídeos aliados a outras tecnologias têm contribuído para o envolvimento dos estudantes durante a discussão do tema, bem como uma melhor compreensão sobre os conteúdos envolvidos. Nas palavras do autor,

Além disto, pode-se notar durante toda aplicação da SD [sequência didática] que após a apresentação de um vídeo havia maior envolvimento dos alunos durante a discussão sobre um conteúdo, do que quando apenas apresentado teoricamente, ou seja, de uma forma geral após um vídeo todos os alunos tentavam responder (ULIANO, 2018, p. 53).

Colaborando com as propostas didáticas que abordam de maneira teórica o tema relacionado às radiações ionizantes com fenômenos biológicos e químicos, Sartori (2008) e Fleck (2020) apresentam este conteúdo de maneira mais ampla, fazendo uma revisão de parte do conceito de onda eletromagnética e abrangendo, ao final, a análise da influência das diferentes fontes de radiação sobre seres vivos e moléculas de diferentes compostos. Estudos que tratam do tema de radiação de corpo negro foram encontrados em grande quantidade nessa pesquisa. Destacamos os trabalhos de Guimarães (2018), Oliveira e Silva (2014) e Kleppner (2004) que iniciam o tratamento a partir do conceito de onda eletromagnética, explicando as características dos diferentes comprimentos de onda presentes no espectro eletromagnético e de como esses diferentes comprimentos de onda interagem como a matéria.

Nesses trabalhos, as discussões teóricas acerca da radiação de corpo negro foram tomadas como ponto central. Experimentos conduzidos por William Herschel em 1800 foram retomados com os estudantes, de modo a monitorar o aquecimento de termômetros expostos à radiação com diferentes comprimentos de onda, obtidos a partir da difração da luz solar. Variações desse experimento também foram conduzidas com os estudantes de modo a demonstrar a variação de temperatura em função da cor de objetos iguais submetidos à radiação solar. Os autores ressaltam que essas atividades práticas sofrem grande influência de fatores externos, como a temperatura ambiente e as correntes de ar presentes no ambiente no qual o experimento é realizado. Ainda sobre as atividades práticas, Guimarães (2018) destaca que:

¹ Disponível em: <http://www.fsc.ufsc.br/~canzian/labfismod/simulacoes>.

[...] trabalhando com as diversas possibilidades dentro da experimentação na prática pedagógica, é possível alcançar a todos os alunos, levando em consideração que o maior desafio docente é atingir aqueles com mais dificuldades e fazê-los entender que o conhecimento é possível... (GUIMARÃES, 2018, p. 72).

Outro fenômeno físico muito descrito nos trabalhos analisados diz respeito ao efeito fotoelétrico. Autores como Batista (2016), Paranhos, Lopez-Richard e Pizani (2009), Alves e Santos (2021) e Pimentel *et al.* (2014) abordam o tema dando enfoque à excitação dos níveis de energia de um átomo submetido à radiação eletromagnética. Batista (2016) apresenta uma sequência didática sobre o tema, conduzindo uma revisão cuidadosa da literatura baseada na evolução de marcos históricos descritos a partir de observações científicas. Dentre outros recursos didáticos, o autor faz uso de um experimento, no qual propõe o estudo qualitativo da excitação de diferentes níveis de energia de um semicondutor mediante o acionamento de um relógio, conectado a um LED, submetido à incidência de luz visível. Contando com um aparato experimental mais sofisticado, Alves e Santos (2021) apresentam uma metodologia diferenciada para tratar do efeito fotoelétrico de maneira quantitativa. Utilizando diferentes comprimentos de onda obtidos a partir de LEDs de alto brilho, uma válvula fotoelétrica foi irradiada.

Os dados obtidos pelos autores a partir do monitoramento do nível de tensão e da corrente elétrica na válvula permitiram a análise quantitativa do efeito fotoelétrico. Outra atividade experimental que ganhou destaque foi o estudo da fosforescência e da fluorescência proposto no trabalho de Pimentel *et al.* (2014). Trata-se de uma proposta interdisciplinar para o desenvolvimento do tema, no qual amostras com diferentes composições, inclusive biológicas, foram submetidas à irradiação com comprimentos de onda no ultravioleta. A partir das observações do comportamento dessas amostras irradiadas, os alunos puderam discutir os fenômenos físicos e relacioná-los em diferentes contextos. Concordamos com o autor quando defende a importância e os benefícios obtidos a partir do estudo interdisciplinar da interação da radiação com a matéria:

Os alunos devem ser levados a notar que um fenômeno presente em seres vivos e substâncias do cotidiano, e aparentemente restrito à Biologia ou à Química, pode ser compreendido à luz de um modelo da Física que envolve a interação da radiação (no caso a radiação ultravioleta) com a matéria (PIMENTEL *et al.*, 2014, p. 382).

Além dos aspectos observados, os trabalhos analisados que abordam espectrometria discutem, em sua maioria, mecanismos e detalhes acerca da construção e utilização de fotômetros. Conceição (2021) e Guimarães (2018) utilizam uma abordagem qualitativa para desenvolver o tema apresentando uma proposta para a realização de um experimento que permite a determinação do potencial relativo de duas fontes. O objetivo central foi monitorar a intensidade luminosa de uma fonte por meio das características ópticas de uma mancha de óleo em um pedaço de papel e de sua distância com a fonte luminosa.

Squissatto (2018) e Lüdke (2010) apresentam em seus trabalhos propostas para a construção de um fotômetro quantitativo usando a interface Arduino para a análise da intensidade da luz transmitida por diferentes meios, usando três comprimentos de onda obtidos a partir de LEDs de alto brilho. Essas propostas utilizaram materiais de fácil acesso que permitiram aos estudantes analisar como diferentes comprimentos de onda são afetados durante a propagação em meios variados. Neste trabalho, foram avaliados a espessura do meio, sua composição e a quantidade de intensidade luminosa que consegue atravessar esse meio. Com relação ao desenvolvimento deste tipo de proposta didática, Squissatto (2018)

indica um cuidado especial com os pré-requisitos, sendo necessária à sua retomada na maioria dos casos, conforme ressaltado pelo autor:

Portanto, antes de começar o experimento, sugere-se ao professor que faça uma introdução desse novo conhecimento, explorando as ondas mecânicas (longitudinais, transversais e tridimensionais). Ondas essas que se propagam em meios materiais, sólidos, líquidos ou gasosos em movimento oscilatório (ondulatório). Entende-se que o aluno tenha nesse momento esses conhecimentos apropriados (prévios), direcionando-os para outros fenômenos da natureza como as ondas de rádio, raios-x e luz visível para que perceba por si só (mediado) que tais fenômenos respeitam o mesmo princípio ondulatório, ou seja, comportam-se com uma onda e são chamadas de ondas eletromagnéticas ou radiação eletromagnética (SQUISSATTO, 2018, p. 53).

Já os trabalhos de Ferreira e Alves Filho (1985), Garcia e Kalinowski (1994) e Catelli, Giovannini e Oliveira (2017) apresentam propostas que utilizam o fenômeno da difração da luz para a construção de espectrômetros de baixo custo que permitem a análise qualitativa dos comprimentos de onda presentes na luz provida de alguma fonte. Para tanto, Ferreira e Alves Filho (1985) utilizam um fio de nylon como elemento promotor de difração, enquanto Garcia e Kalinowski (1994) e Catelli, Giovannini e Oliveira (2017) fazem uso de uma grade de difração obtida a partir do depilamento de um CD, com o objetivo de decompor a luz em diferentes comprimentos de onda. Cabe ressaltar que estes experimentos não permitem a determinação quantitativa da intensidade luminosa de cada comprimento de onda presente na luz difratada.

Morais (2018) apresenta uma proposta para a construção de um espectrômetro que permite a determinação da intensidade dos comprimentos de onda presentes na luz difratada. Para tanto, ele utilizou uma interface Arduino acoplada a um display e a um sensor linear que permite a medição da intensidade da luz difratada em diferentes comprimentos de onda, como destacado abaixo:

Para a montagem do espectrômetro, foi utilizado um sensor de luz linear TSL1402R, que fez a aquisição do espectro, uma placa Arduino Uno, para controle, uma pequena folha de grade de difração 1000 linhas/mm (Diffraction Grating Sheet 1000 lines/mm), 02 chaves momentâneas de embutir (push button), uma chave liga desliga de embutir e um computador com o software Arduino IDE, cabos (fios) de ligação (MORAIS, 2018, p. 47).

Como potencialidades obtidas a partir da análise desse trabalho, destacamos a similaridade entre a montagem experimental apresentada e os espectrômetros comercialmente disponíveis no mercado, o baixo custo envolvido em sua montagem e suas potenciais aplicações. No entanto, alguns cuidados devem ser tomados na implementação da proposta envolvendo o uso desse tipo de recurso, como destacado pelo autor, “Ao aplicar o produto educacional, observou-se que os alunos se prenderam mais aos detalhes, pois seus conhecimentos tinham se aprofundado no decorrer do curso, quando aplicado o produto educacional, onde houve o manuseio” (MORAIS, 2018, p. 48)

Por outro lado, a interação com novas ferramentas e a observação dos fenômenos relacionados ao tema de maneira prática foram pontos positivos verificados no trabalho: “Ocorreu uma grande interação e observação, sanando assim seus questionamentos a respeito da aplicação e funcionamento do espectrômetro. Os alunos foram capazes de relacionar a física com o que estavam aprendendo e utilizando em seu cotidiano (MORAIS, 2018, p. 48).

A partir desses resultados, concordamos com Séré, Coelho e Nunes (2003) quando indicam que não é razoável dissociar a teoria da experimentação. Para uma melhor

compreensão dos fenômenos físicos, o aluno do ensino médio precisa manipular material de experimentação, questionar, discutir com seus pares sobre o experimento e, com a mediação do professor, inferir conclusões válidas pautadas nas teorias científicas acerca do conteúdo estudado, buscando alcançar objetivos conceituais e procedimentais pré-estabelecidos.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista a análise de 19 trabalhos científicos que tratam do tema da interação da radiação com a matéria, podemos observar a abordagem deste conteúdo a partir de diferentes dimensões da prática social que contemplam, por exemplo, aspectos históricos sobre o desenvolvimento do tema, como a radiação afeta aspectos biológicos das plantas e dos seres vivos, ou ainda quando propriedades de diferentes compostos químicos foram analisados com diferentes comprimentos de onda.

Outras ferramentas, como as atividades experimentais e recursos envolvendo Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs), foram identificadas em alguns dos trabalhos analisados. Os resultados obtidos por meio de depoimentos e observações de alunos indicam as potencialidades desses recursos para o processo de ensino-aprendizagem e para a motivação, favorecendo o trabalho docente e um maior engajamento dos estudantes no processo.

A análise nos permitiu identificar apenas seis trabalhos que envolvem o desenvolvimento de espectrômetros para utilização em sala de aula. Nesses trabalhos foram desenvolvidas propostas que permitem analisar de maneira qualitativa e quantitativa a presença de comprimentos de onda dependentes do espectro característico de diferentes amostras. Dentre os trabalhos analisados, destacamos o de Morais (2018) que propôs a construção de um espectrômetro de baixo custo com tecnologias acessíveis para a análise de um espectro maior de comprimentos de onda monitorando simultaneamente suas intensidades.

Entre as lacunas identificadas, podemos observar a escassez de trabalhos que permitam análises quantitativas do espectro de radiação eletromagnética, nos quais as amplitudes de um intervalo estreito de comprimentos de onda possam ser monitoradas a partir da luz emitida ou transmitida por um determinado material, se aproximando às análises conduzidas por espectrômetros comerciais. Além disso, encontramos poucas atividades experimentais que favoreçam a compreensão dos fenômenos envolvidos com o tema da interação da radiação com a matéria de maneira mais ampla e aprofundada, tendo em vista a diversidade de aplicações e suas especificidades.

Consideramos que os resultados obtidos a partir desta análise podem auxiliar no desenvolvimento de outras e novas propostas para o ensino do conteúdo da interação da radiação com a matéria na educação básica. A partir deste estudo, objetivamos, por meio de uma pesquisa de mestrado, desenvolver com estudantes do ensino médio atividades teórico-práticas e experimentais que envolvam a espectroscopia no visível a partir de sua discussão em diferentes dimensões da prática social, tendo em vista proporcionar ao final do processo uma visão mais clara, sistematizada e ampla do conteúdo científico relacionado ao tema.

REFERÊNCIAS

ALVES, E. G; SANTOS, A. L. M. Efeito fotoelétrico: desenvolvimento de um experimento quantitativo. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 43, e20210146, p. 9, 2021.

BATISTA, D. C. **Uma proposta para se ensinar efeito fotoelétrico no ensino médio**. 2016. 80 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2016.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**: educação é a base. Brasília, DF, 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**: educação é a base. Ensino Médio. Brasília, DF, 2018.

CARVALHO, A. M. P. "**Quem sabe faz, quem não sabe ensina**": Bacharelado X Licenciatura. XIV Reunião Anual da ANPED. São Paulo, 1991.

FLECK, J. A. **A Interação Radiação-Matéria e os Processos Reativos**: Uma Sequência Didática Significativa para o Ensino Médio. 2020. 137 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Tramandaí, 2020.

GUIMARÃES, F. F. **Proposta de sequência didática para o estudo da radiação do corpo negro no ensino médio**. 2018. 124 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2018.

KEPLENNER, D. Relendo Einstein Sobre Radiação. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 27, n. 1, p. 87 - 91, 2004.

LAKATOS, E. M; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 3. ed. rev. e ampl. São Paulo: Atlas, 1991.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. A. **Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária LTDA, 1986.

MORAIS, D. T. **Estudo de ondas na perspectiva da aprendizagem significativa com a construção de um espectrômetro**. 2018. 88 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2018.

OLIVEIRA, C. G. **Uma proposta para a inserção do conteúdo de momento angular no ensino médio** / Claudinei Gomes de Oliveira. 2019. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2019.

OLIVEIRA, R. A.; SILVA, A. P. B. William Herschel, os raios invisíveis e as primeiras ideias sobre radiação infravermelha. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 36, n. 4, 4603 2014.

PARANHOS, R. R. G; RICHARD, V., L; PIZANI, P. S. Lâmpada de Hg para experimentos e demonstrações de física moderna: introdução ao efeito fotoelétrico e outros tópicos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 30, n. 4, p. 6, 2009.

PIMENTEL, J. R et.al: Uma sugestão para a interação multidisciplinar: a observação do fenômeno da fluorescência. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 31, n. 2, p. 365-384, ago. 2014.

ROMANOWSKI, J. P.; ENS, R. T. As pesquisas denominadas do tipo “estado da arte” em educação. **Diálogo Educ.**, Curitiba, v. 6, n.19, p.37-50, 2006.

SARTORI, P. H. S. **Interação Radiação e Matéria**: Propostas Didático-Experimentais Estimulando o Senso Crítico-Criativo. 2008. 238 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

SÉRÉ, M. G.; COELHO, S. M.; NUNES, A. D. O papel da experimentação no ensino de física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 20, n. 1, p. 30-42, abr. 2003.

SILVA, N. C. Laboratório de Física Moderna: Atenuação da Radiação pela Matéria Florianópolis. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 29, n. 3, p. 1206-1231, dez. 2012.

SQUISSATO, A. G. M. **Construção explicação de um fotômetro para o ensino da absorção da luz**. 2018. 76 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2018.

ULIANO, V. **Uma sequência didática para introdução à física das radiações ionizantes no ensino médio**. 2018. 115 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2018.

Submetido em: 07/10/2022 Aprovado em: 05/12/2022
