

# ESPECTROFOTÔMETRO DE BAIXO CUSTO: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS

## LOW COST SPECTROPHOTOMETER: A PROPOSAL FOR SCIENCE TEACHING

### ESPECTROFOTÓMETRO DE BAJO COSTO: UNA PROPUESTA PARA LA ENSEÑANZA DE CIENCIAS

Juliana Rodrigues dos Anjos\*  
Juranjos@gmail.com

Agostinho Serrano de Andrade Neto\*  
asandraden@gmail.com

\* Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Luterana do Brasil, Canoas-RS – Brasil

#### Resumo

Nesta contribuição trazemos a aplicação de um espectrofotômetro de baixo custo para o Ensino de Física, com a realização de atividades utilizando um aplicativo de celular. Buscamos apresentar as tarefas efetuadas ao trabalhar os conceitos de emissão e absorção da luz com estudantes licenciandos em Física. A fundamentação teórica do estudo está embasada na Teoria da Mediação Cognitiva (TMC), a qual defende o uso de ferramentas hiperculturais na aprendizagem. Os resultados foram obtidos após as análises realizadas sobre os pré-testes, guias de atividade, pós-testes e gestos descritivos obtidos das imagens de vídeo, gravadas durante as entrevistas semiestruturadas. O material é uma alternativa para o estudo de espectrometria, sendo o aplicativo um mediador do processo de ensino.

**Palavras Chave:** Espectrofotômetro. Ensino de física. Celular. Aplicativo.

#### Abstract

In this contribution we bring the application of a low cost spectrophotometer for physics teaching, with the realization of activities using a mobile application. We seek to present the tasks performed when working with the concepts of emission and absorption of light with graduate students in Physics. The theoretical foundation of the study is based on the Theory of Cognitive Mediation (TMC), which defends the use of hypercultural tools in learning. The results were obtained after the analyzes performed on the pre-tests, activity guides, post-tests and descriptive gestures obtained from the video images, recorded during the semi-structured interviews. The material is an alternative for the study of spectrometry, the application being a mediator of the teaching process.

**Keywords:** Spectrophotometer. Physics teaching. Cell phone. Application.

#### Resumen

En esta contribución traemos la aplicación de un espectrofotómetro de bajo coste para la enseñanza de la física, con la realización de actividades utilizando una aplicación móvil. Buscamos presentar las tareas realizadas al trabajar con los conceptos de emisión y absorción de luz con estudiantes graduados en Física. La base teórica del estudio se basa en la Teoría de la Mediación Cognitiva (TMC), que defiende el uso de herramientas hiperculturales en el aprendizaje. Los resultados se obtuvieron después de los análisis realizados en las pruebas preliminares, guías de actividades, pruebas posteriores y gestos descriptivos obtenidos de las imágenes de video, registradas durante las entrevistas semiestruturadas. El material es una alternativa para el estudio de la espectrometría, siendo la aplicación un mediador del proceso de enseñanza.

**Palabras clave:** Espectrofotómetro. Enseñanza de física. Teléfono celular Solicitud.

## INTRODUÇÃO

O aumento na disponibilidade e uso dos dispositivos portáteis têm influenciado no comportamento das pessoas e segue modificando diversas áreas da sociedade; a educação, naturalmente, é um desses setores alterados pelo uso de novos equipamentos tecnológicos. Na área de Ensino de Física, Araujo e Veit (2004) fazem uma revisão ampla e bastante citada do uso de tecnologias computacionais para o Ensino de Física em nível médio e universitário, verificando que a maioria dos trabalhos estão concentrados maciçamente em tópicos relacionados à Mecânica Newtoniana, enquanto é baixa a escolha de tópicos relacionados à Ótica e à Física Moderna como temas de investigação. Percebemos a mesma constatação quando realizamos a revisão para a pesquisa aqui apresentada. No passado e presente a maior parte das pesquisas e desenvolvimento instrucional no Ensino de Física estão voltados para esses conteúdos, havendo poucos trabalhos (com aportes teóricos e instrumentalização) quanto aos conceitos de Física Moderna.

Nesta contribuição, trazemos como pergunta principal de pesquisa *como desenvolver atividades envolvendo o conceito de espectroscopia em sala de aula sem a necessidade de utilizar equipamentos de alto custo na disciplina de Física e de que maneira uma ferramenta hipercultural pode auxiliar no processo de ensino?* A ideia inicial do projeto foi desenvolver aplicações com dispositivos eletrônicos, que pudessem ser utilizados em sala de aula, sem a necessidade de equipamentos caros. Encontramos um aplicativo, em fase de desenvolvimento, da Universidade Privada Boliviana, localizada em Colcapirhua, Bolívia, o SpectraUPB (<http://publiclab.org/wiki/spectrometer>), o qual, utiliza-se da câmera do celular e uma grade de difração (pode ser um CD) para instantaneamente mostrar o espectro de luz visível e um gráfico, dado em termos do comprimento de onda da luz.

Este aplicativo foi trabalhado em sala de aula, com alunos dos anos finais do ensino fundamental, participantes de um projeto desenvolvido pelo PIBID (Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência) de Física da Universidade Luterana do Brasil (ULBRA). Na interação, os alunos puderam analisar os diferentes espectros a partir de LED's com cores diferentes. Mostrando que esta nova tecnologia, na qual estamos apresentando, pode ser utilizada em sala de aula de maneira prática e acessível.

Os resultados obtidos com o uso do aplicativo de celular se mostraram bastante interessantes e promissores, as aplicações iniciam-se baseados na ideia de BYOD *Bring Your Own Device* (traga seu próprio dispositivo) ou BYOT *Bring Your Own Technology* (traga sua própria tecnologia). A concepção do BYOD/BYOT é que os alunos levam para sala de aula o instrumento que é utilizado no projeto, o

celular, sem a necessidade do professor desenvolver um equipamento para a visualização do experimento (fenômeno). O BYOT, na temática de ensino, se refere a um modelo de tecnologia na qual os alunos trazem, em um dispositivo móvel de propriedade pessoal, vários aplicativos e recursos incorporados para usar em qualquer lugar, a qualquer momento e com a finalidade de aprender (SONG, 2014).

O espectrofotômetro é um instrumento capaz de medir, analisar e comparar a quantidade de luz (radiação) emitida, absorvida ou refletida por uma amostra, neste caso, utilizando um aplicativo e a câmera de um celular. No projeto desenvolvemos uma sequência de atividades que contemplam os fenômenos associados à emissão e absorção da luz, utilizando diferentes fontes emissoras de luz (lâmpadas e LED's) e substâncias coloridas (corantes de comida diluídos em água).

As atividades foram aplicadas no ano de 2018 com sete alunos graduandos em Física da ULBRA, com o intuito de investigação exploratória para, posteriormente, desenvolvê-la como método de ensino em sala de aula. Como os equipamentos para a realização dos experimentos são de alto custo não seriam a melhor forma para se trabalhar em sala de aula, por isso trazemos como objetivo desse projeto a instrumentalização de atividades que utilizaram um aplicativo e materiais baratos para visualizar, em tempo real, a decomposição das cores de uma fonte luminosa ou amostra e seu respectivo comprimento de onda. Tornando o celular um espectrofotômetro de baixo custo, que pode ser utilizado no Ensino de Física e outras áreas das ciências da natureza, como química e biologia.

## **REFERENCIAL TEÓRICO**

Como eixo teórico optamos pela Teoria da Mediação Cognitiva em Rede (TMC) (SOUZA, 2004; SOUZA et al, 2012), que é uma abordagem à inteligência humana a qual tenta entender as mudanças cognitivas associados ao surgimento e disseminação de tecnologias de informação e comunicação ao longo das últimas décadas (SOUZA, 2012). A TMC visa proporcionar uma abordagem ampla para a cognição e é fundamentada em cinco premissas relativas à cognição humana e ao processamento de dados (SOUZA et al., 2012, p.2), das quais, nesta contribuição, destacamos: “Seres humanos complementam o processamento da informação cerebral por interação com os sistemas físicos externos organizados”. Assim, podemos utilizar aplicativos de celular, por exemplo, para complementar o aprendizado de conceitos físicos fazendo o uso dessas interações digitais, no nosso caso, o SpectraUPB.

A capacidade do cérebro humano de complementar o processamento de informações com o uso de sistemas físicos organizados é, para os autores desta contribuição, uma das suas melhores características, e culmina com a invenção dos computadores. Com o surgimento da Revolução Digital, houve mudanças importantes nas sociedades e culturas de todo o mundo, influenciando o homem em níveis individuais e coletivos pelo impacto das tecnologias digitais sobre o pensamento, surgindo desse contexto uma nova cultura, a hipercultura.

A TMC tenta explicar os impactos que as tecnologias digitais têm sobre o pensamento humano, apresentando uma visão de que a cognição humana é o resultado de processamento de informações, onde uma boa parte do processamento é feito fora do cérebro, visto que este é limitado para processar todas as informações recebidas. Nesse sentido, utilizamos o processamento externo por meio da interação com estruturas do ambiente para aumentar a capacidade de processamento de informações.

## **PERCURSO METODOLÓGICO**

Este artigo é oriundo de uma pesquisa maior a qual envolve a utilização de um espectrofotômetro no ensino de ciências. O projeto foi elaborado para ser desenvolvido com turmas de ensino médio e iniciantes do ensino superior dos cursos de Química e Física, posteriormente validado. As atividades que foram preparadas para as aplicações necessitam de um aparelho celular, CD (grade de difração), um tubo elaborado com cartolina e fita isolante, fontes de luz (lâmpada incandescente e LED) e uma amostra (contendo corante de cozinha). Percebe-se que os materiais são fáceis de encontrar e possuem um baixo custo.

O aplicativo SpectraUBP, possui uma interface simples e intuitiva, ao abrir já é possível visualizar o espectro da amostra em análise, sendo necessário realizar a calibração do mesmo que ocorre no próprio dispositivo apenas configurando alguns parâmetros. As atividades desenvolvidas possuíram sequências e etapas diferentes.

A situação inicial, baseou-se na introdução ao tema trabalhado, espectroscopia, com o grande grupo ou de forma individual. Foram realizadas perguntas sobre o conteúdo, tanto em forma de conversa, como em materiais impressos, para identificar e resgatar os conhecimentos prévios dos estudantes e contextualizar a atividade solicitada. A próxima situação, referiu-se à elaboração de um pré-teste, que contemplava perguntas como, por exemplo: Explique, com suas palavras, o que ocorre para

que diferentes fontes de emissão luminosa apareçam, para nós, nas variadas cores: Por exemplo, um LED vermelho e um LED azul e explique, com suas palavras, o que ocorre para que diferentes objetos apareçam, para nós, nas variadas cores: Por exemplo, uma camisa vermelha e um copo azul.

Em um próximo momento, ocorreu uma miniaula expositiva onde abordamos os conceitos referentes a espectrofotometria, com o auxílio de slides. Após a situação conceitual, os estudantes foram colocados para efetuar o *download* e realizar as atividades com o aplicativo SpectraUPB e materiais necessários. Essa é a etapa que usamos a expressão ‘BYOD’ (traga seu próprio dispositivo) / ‘BYOT’ (traga sua própria tecnologia), na qual os estudantes, utilizam os seus dispositivos para a realização das atividades.

A situação seguinte foi dividida em duas etapas (aplicações) e desenvolvidas com base em dois guias de atividades que utilizaram a técnica descrita como P.O.E. (Predizer-Observar-Explicar), a qual consiste em fazer com que os estudantes tentem predizer o que vai ocorrer antes de visualizar o aplicativo e descrevam o esperado que apareça na tela do celular. Em seguida, os alunos iniciam o aplicativo, calibram a fonte de luz observando o que acontece e, por fim, comparam o que esperavam que fosse acontecer com o que foi visualizado. A ideia é que eles tentem explicar possíveis diferenças (se houver) entre o observado e o previsto.

A primeira etapa consistiu em trabalhar o fenômeno de emissão da luz. Para isso, na câmera do celular, foi colocado uma pequena parte de um CD -ROM sem a película refletora, o qual serve como grade de difração, e um tubo contendo uma abertura (fenda) na frente, por onde a luz emitida passa. É necessário posicionar o celular (com o tubo) à frente da fonte de luz, de modo que a luz entre pela fenda. Criando assim, seus próprios espectrofotômetros. Cada estudante pode verificar o espectro de emissão de uma lâmpada incandescente e de LED’s coloridos, seguindo a orientação do guia. A segunda etapa estava relacionada com a absorção de luz branca, o espectro visto após a fonte de luz incidir em uma substância (amostra) contendo corante nas cores azul e vermelho. O posicionamento do celular segue o mesmo processo da etapa anterior, a diferença é que em frente a fonte, em um recipiente, adicionamos água com corante. Esta substância (com água) foi analisada por meio de seu espectro (Figura 1). É necessário posicionar o celular (tudo) à frente da amostra e seguir o guia. Dessa forma, os estudantes estão utilizando um recurso digital para estudar diferentes fenômenos, ou seja, através da mediação hipercultural.

**Figura 1** - Demonstração do experimento de absorção com um corante azul



**Fonte:** a pesquisa (2018).

Depois de desenvolvidas todas as atividades com o aplicativo, partimos para a próxima sequência na qual os estudantes realizaram um pós-teste, contendo perguntas semelhantes ao pré-teste e outras. Ao final do projeto, realizamos entrevistas semiestruturadas com os alunos participantes. Esta metodologia já foi utilizada em outros trabalhos (TREVISAN; ANDRADE NETO, 2016).

Para realização do projeto que deu origem a este trabalho, foram convidados 10 estudantes de graduação para irem até a universidade durante uma tarde ou noite (período sem atividades da formação). Sete alunos comparecerão em dias diferentes e previamente marcado.

Finda a coleta de dados, os vídeos das entrevistas foram transcritos, as gravações foram revistas e uma análise gestual dos estudantes pode ser realizada. Assim, além dos pós-testes tínhamos sete entrevistas (gravadas) semiestruturadas, dessas usamos neste artigo apenas uma, que é representativo do que ocorreu com toda a amostra. Da análise gestual, contamos com 40 tipos de gestos descritivos diferentes, realizados por todos os alunos, os quais seguem a base metodológica de Stephens e Clement (2010), em que é possível identificar padrões de gestos descritivos (gestos utilizados para descrever algo imaginado) e relacioná-los com os conhecimentos implícitos existentes na estrutura cognitiva dos estudantes.

Por exemplo, as sequências de imagens, discutidas mais adiante, nas figuras 4 e 7 ilustram um discurso gestual realizado por um estudante participante do projeto e este discurso está diretamente conectado a uma imagem mental dinâmica. O aluno, ao relatar uma atividade, realiza um gesto descrevendo o que está imaginando. Estas imagens podem ser interpretadas pela natureza do discurso gestual combinada com o discurso verbal transcrito<sup>1</sup>. Durante a análise, percebemos que estas imagens

---

<sup>1</sup> Todos os diálogos estão escritos exatamente da forma que os discentes e/ou docentes relataram durante as entrevistas.

correspondem a um *driver*<sup>2</sup> advindo de uma atividade lúdica, por nós denominado “#ES”, ou “Espectro”. Dessa forma procedemos para todas as outras instancias de análise gestual codificadas, sempre as nomeando de acordo com o tipo de mediação realizada que ofereceu ao estudante aquela imagem mental.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante a análise dos dados caracterizamos alguns estudantes por conceitos que eles observaram e relataram durante o projeto como “O que é a luz”; “qual a trajetória que a mesma realiza”; “como acontece a interação da luz com o experimento desenvolvido”; “fenômenos de emissão”; “fenômeno de absorção”; entre outros. Para o trabalho aqui apresentado, nos baseamos nas atividades desenvolvidas e separamos um estudante para descrever os resultados referentes aos espectros esperados, os quais foram percebidos e interpretados pelos alunos participantes.

A análise foi baseada na entrevista semiestruturada realizado ao final das atividades na escola, como já mencionada na metodologia. Nos trechos de entrevista, que estarão ao longo da pesquisa, utilizamos “P” para se referir ao “Professor” e “A4” para o “Aluno”. Separamos os resultados de acordo com as etapas (atividades) da aplicação utilizando diferentes materiais para exemplificar a emissão (lâmpada e LED) e absorção (corante): ETAPA 1 – LÂMPADA INCANDESCENTE, ETAPA 2 – LED’s COLORIDOS e ETAPA 3 – CORANTES DE COZINHA.

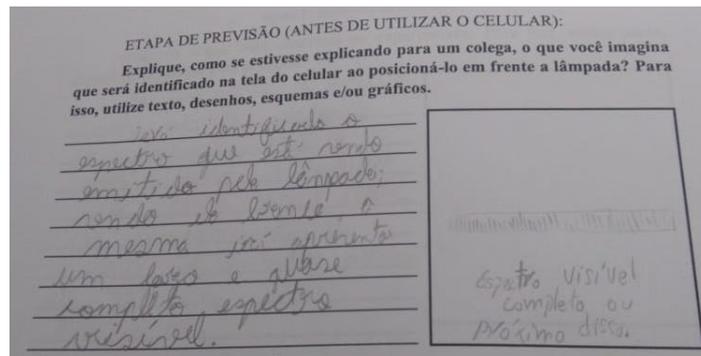
### **Etapa 1 – lâmpada incandescente**

A primeira atividade solicitava a utilização de uma lâmpada para demonstrar o seu espectro visível na tela do celular devido a emissão de luz. O aluno deveria seguir o guia P.O.E e descrever sua observação. Na figura 2 temos a descrição do estudante ao prever a sua observação do espectro na tela do celular.

**Figura 2** - Foto do guia (previsão)

---

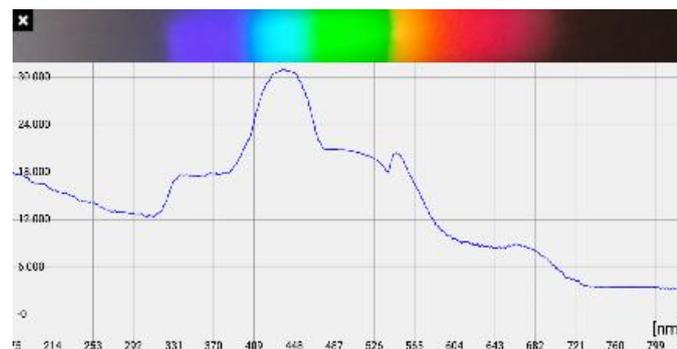
<sup>2</sup> Aqui nos referimos a “driver” no sentido utilizado dentro da TMC, ou seja, uma “simulação mental” que pode ser estática ou dinâmica, tal como explanado no referencial teórico.



**Fonte:** a pesquisa (2018).

**Transcrição da imagem acima:** Será identificado o espectro que está sendo emitido pela lâmpada, sendo ela branca. A mesma irá apresentar um largo e quase completo espectro visível.

**Figura 3 -** Espectro obtido de uma lâmpada incandescente



**Fonte:** a pesquisa (2018).

Podemos perceber que o aplicativo mostra a decomposição da luz branca e seus respectivos comprimentos de onda. Da mesma forma que o estudante “A4” escreve e realiza um desenho no guia de atividades mostrando as linhas espectrais. Durante a entrevista, o mesmo realiza gestos descritivos para demonstrar o que está visualizando.

**P:** Então, na primeira etapa de previsão tu terias que responder o que seria observado na tela do celular ao colocarmos uma lâmpada incandescente na frente do tubo. Quando você leu a pergunta, o que estava imaginando?

**A4:** Lembrei da própria figura do espectro. [#ES; 12:46]. Se tu tens uma luz branca e ela compõe todas as cores, era de se esperar que ao decompor, sofresse uma difração, ela separaria essas ondas, que acontecia no tubo e imaginei que no celular seria possível ver todas essas cores.

**P:** E isso foi visto no experimento?

**A4:** Sim, foi. Consegui visualizar.

**Figura 4** - A sequência de imagens abaixo, ilustra um gesto com as mãos, indicando determinadas posições (espectro) das cores (frequência) da luz branca após ser decomposta pelo CD. Essa imagem recebeu o hashtag #ES. A imagem, apesar de indicar um movimento com as mãos, é proveniente da tela do celular.



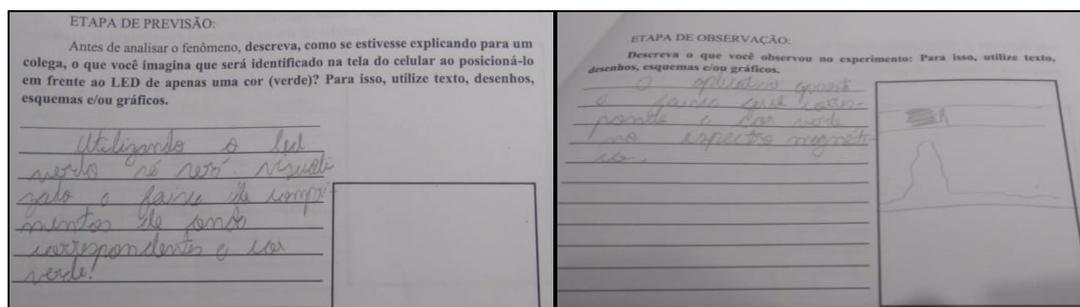
**Fonte:** a pesquisa (2018).

## Etapa 2 – Led's coloridos

A atividade seguinte desenvolvida, estava relacionada com a emissão de luz realizada apenas com um LED (vermelho ou verde). Para os resultados, trazemos a decomposição e descrição do aluno “A4” para a observação do LED verde na etapa de previsão e observação. Este tipo de aplicação já foi utilizado em outras literaturas (GRASSE; TORCASIO; SMITH, 2015).

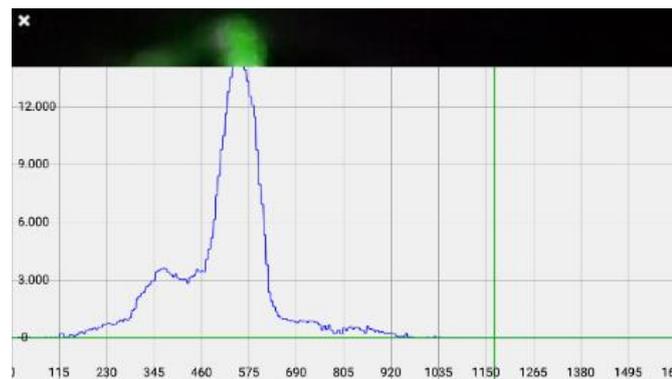
Abaixo, temos a figura 5 que mostra o pensamento do “A4” ao realizar o guia de atividades e logo em seguida a imagem de um LED da cor verde (figura 6), onde notamos a presença de uma faixa espectral, apenas a frequência emitida pela cor da fonte de luz em análise. Podemos perceber, novamente, uma semelhança entre o espectro da tela do celular e a exemplificação do aluno.

**Figura 5** - Sequência de imagens do guia de atividade: previsão e observação.



**Fonte:** a pesquisa (2018).

**Transcrição das sequências acima:** ETAPA DE PREVISÃO – Utilizando o LED verde só será visualizado a faixa de comprimento de onda correspondente a cor verde. ETAPA DE OBSERVAÇÃO – O aplicativo mostra a faixa que corresponde a cor verde do espectro magnético.

**Figura 6** - Espectro de apenas um LED verde.

**Fonte:** a pesquisa (2018).

**A4:** Se temos um led vermelho na frente do aparato experimental, iremos ver apenas a cor vermelha, já que o led emite nessa frequência.

**P:** E você estava imaginando o que? O que veio na sua cabeça?

**A4:** Eu estava imaginando o LED [#LD; 17:08]. Portanto, uma emissão de luz monocromática, daí o LED vermelho ou vermelho iria emitir somente a luz vermelha ou verde... Sendo assim, ao ser decomposto eu só enxergaria a própria cor. Se fosse uma luz branco o processo seria diferente, como comentamos.

**Figura 7** - A imagem abaixo, ilustra um gesto com as mãos, indicando um LED em determinada posição. Essa imagem recebeu o hashtag #LD. Imagem estática.



**Fonte:** a pesquisa (2018).

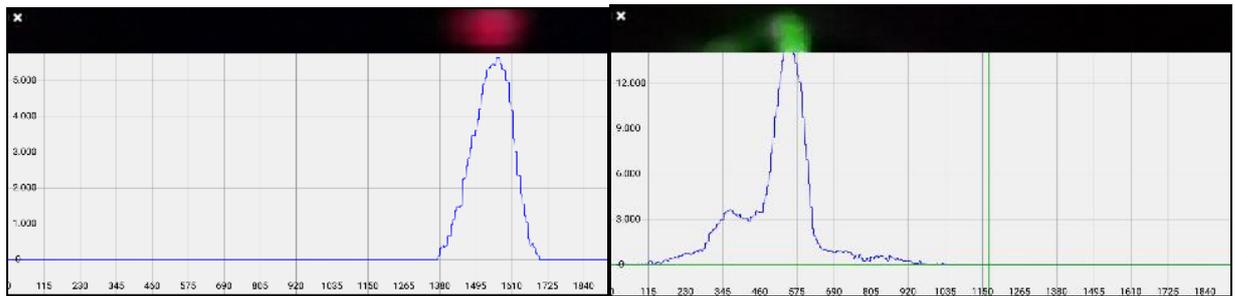
**P:** Ok. Para o led verde, você não mudou a previsão... nem os resultados. Aqui perguntava se você notou alguma diferença na tela do celular entre a utilização de diferentes LEDs, um led vermelho e um led verde?

**A4:** Lendo a resposta.

**A4:** A única diferença que eu notei foi referente ao comprimento de onda. O comprimento de onda da luz vermelha era maior e o comprimento de onda da luz verde era menor.

Além da descrição feita pelo estudante A4 durante a entrevista relacionada a emissão de um LED, ele também compara os diferentes comprimentos de onda visualizados na tela do celular. Essa alteração provocava um deslocamento no espectro capturado, conforme a sequência de imagens abaixo (figura 8).

**Figura 8** - Sequência de imagens que demonstram as diferenças entre os LEDs vermelho<sup>3</sup> e verde ao serem visualizados na tela do celular.

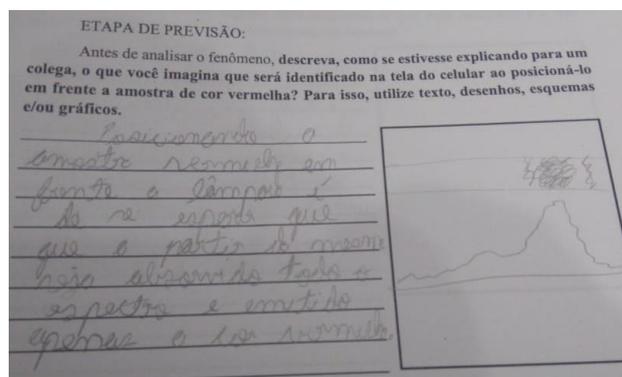


**Fonte:** a pesquisa (2018).

### Etapa 3 – Corantes de cozinha

Outros resultados obtidos, foram para a terceira etapa do guia utilizando o aplicativo de celular, onde trabalhamos a absorção da luz após atravessar amostras diferentes. Este foi um importante resultado para o projeto, visto que podemos observar no aplicativo o espectro contendo “falhas”, as quais são faixas do espectro que foi absorvido por determinada cor da substância em análise, por exemplo, um corante vermelho (figura 9).

**Figura 9** - Imagem do guia de atividades – parte de absorção.



**Fonte:** a pesquisa (2018).

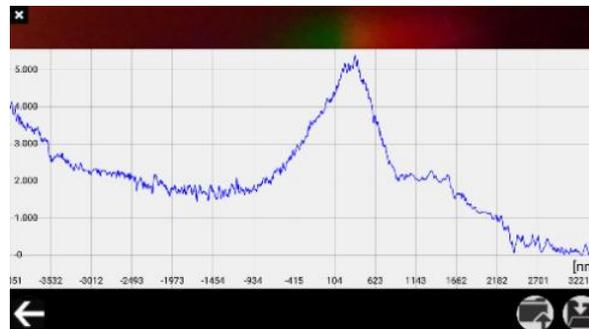
**Transcrição da imagem acima:** Posicionando a amostra vermelha em frente a lâmpada é de se esperar que a partir da mesma será absorvido toda o espectro e emitido apenas a cor vermelha.

Como os participantes do projeto já haviam realizado uma atividade semelhante utilizando um corante azul, a previsão do que aconteceria se usado um corante vermelho acabou fechando com o resultado observado, de acordo com a figura 9. Percebemos que o estudante em análise compreende o

<sup>3</sup> O aplicativo não mostra, em valores absolutos, os valores do comprimento de onda corretos para cada faixa de cor, onde se extrai apenas a diferença relativa e o ordenamento na escala de comprimentos de ondas. Visto que é necessário a calibração (com uma luz branca) em cada momento da visualização.

processo de absorção, apesar de não explicar o motivo pelo qual ocorre. Na figura 10 podemos visualizar a tela do celular com o espectro detectado.

**Figura 10** - Espectro obtido após a luz branca atravessar uma amostra com corante vermelho.



**Fonte:** a pesquisa (2018).

**P:** Explique, com suas palavras, o que ocorre para que diferentes objetos apareçam, para nós, nas variadas cores: Por exemplo, uma camisa vermelha e um copo azul.

**A4:** Quando temos uma luz branca em um ambiente que tenha esses objetos, como por exemplo um copo azul, ele vai absorver o espectro e emitir apenas o azul que seria a cor dele, a cor que enxergamos. O motivo eu não sei explicar.

**P:** E como tu imagino isso? Viu em algum lugar?

**A4:** Eu lembro do experimento com [#AC; 08:23] os corantes. Tínhamos o corante azul e uma fonte de luz branca, quando ela passava, mostrava todas as cores no celular e ao adicionarmos o corante na frente da lâmpada branca, ela “filtrava”, barrava [#BL; 08:47] só deixava passar só o azul.

**Figura 11** - A imagem acima, ilustra um gesto com os dedos da mão esquerda afastado, indicando uma garrafa pequena com água e corante trabalhados no experimento. Essa imagem recebeu o hashtag #AC. Imagem estática.



**Fonte:** a pesquisa (2018).

**Figura 12** - A imagem acima, ilustra um gesto com as mãos se “cruzando” à frente do corpo, indicando um barramento do espectro luminoso proveniente da luz branca. Essa imagem recebeu o hashtag #BL. Imagem estática.



**Fonte:** a pesquisa (2018).

**P:** E quando tu estás fazendo esse gesto de “barrar” o espectro, o que está imaginando?

**A4:** Imagino o objeto na frente da luz [#RL; 08:55], a luz branca vai bater nele e saí somente a blusa azul, por exemplo. Emitindo a frequência apenas próxima a azul. A luz branca bate na garrafa com corante, fica contida e saí só azul ou vermelho, dependendo do corante.

**Figura 13** - A sequência de imagens abaixo, ilustra um gesto com as mãos se “cruzando” à frente do corpo, indicando um barramento do espectro luminoso proveniente da luz branca. Essa imagem recebeu o hashtag #BL. Imagem estática.



**Fonte:** a pesquisa (2018).

Nas sequências de imagens acima (figuras 11, 12 e 13), o estudante realiza gestos combinados com a entrevista transcrita para descrever o que observou durante o experimento de absorção, fazendo uma analogia a “barreiras” e o caminho dos raios luminosos. O projeto visava o desenvolvimento de atividades utilizando um aplicativo de celular juntamente com materiais de baixo custo para visualizar os fenômenos de emissão e absorção luminosa, com diferentes fontes de luz. Com isso, realizamos uma produção de dados com base nas ideias BYOD e a técnica P.O.E, com o intuito de validar os guias para a utilização em sala de aula, e analisar as descrições dos participantes utilizando como eixo teórico a TMC.

Trouxemos para a análise diferentes coletas de dados, desde imagens do experimento na tela do celular até a entrevista e gestos realizados pelo participante (aqui representados pelo aluno A4) sobre os eventos observados. Podemos observar indicativos de compreensão e explicação por parte do aluno participante, o qual realiza gestos descritivos que estão ligados à geração de imagens mentais (estáticas ou dinâmicas) (MONAGHAN; CLEMENT, 1999) e faz referência ao mecanismo externo utilizado. Quando um estudante fala como o espectro foi visualizado na tela do celular, evidencia uma “simulação mental” baseada no que ele estava imaginando ao relembrar da atividade proposta.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Atualmente, a educação dentre outras áreas da sociedade, está sendo confrontada pela rápida evolução que os recursos tecnológicos vêm sofrendo, trazendo novas alternativas para desenvolvimento de alunos e professores, em sala de aula. Por consequência, desenvolvemos um projeto, que deu origem a esta pesquisa, como uma alternativa de experimento relacionada com conceitos que necessitariam equipamentos caros para a visualização do fenômeno.

Partimos do objetivo que era desenvolver atividades em torno dos tipos de espectroscopia utilizando um aplicativo de celular, com alunos da graduação em Física, visando as suas compreensões sobre o assunto. A análise de emissão de radiação de fontes de luz e a absorção gerada ao inserirmos a amostra contendo uma tonalidade (cor) demonstra que a observação esperada ocorreu de forma eficaz, podemos entender pelas figuras do experimento, nas quais os valores e distribuição espectral corrobora com dados teóricos sobre a espectroscopia. Percebemos durante a entrevista do aluno selecionado que foi possível compreender o fenômeno estudado e o uso da ferramenta hipercultural como mediadora do processo de ensino. Os gestos descritivos realizados pelo estudante evidenciam a criação de drivers provenientes da interação com o celular, mecanismo de processamento externo trabalhado.

Contudo, os resultados obtidos mostram que o projeto contempla o esperado, a construção de um espectrofotômetro de baixo custo prático para ser utilizado em sala de aula. Além de ser uma maneira diferenciada de inserir tecnologias a partir do custo e benefícios proporcionando uma melhor observação das teorias que conduzem um determinado experimento.

## Referências

- ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Uma revisão da literatura sobre estudos relativos a tecnologias computacionais no ensino de Física. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 4, n. 3, 2004.
- GRASSE, E. K.; TORCASIO, M. H.; SMITH, A. W. Teaching UV–vis spectroscopy with a 3D-printable Smartphone spectrophotometer. **Journal of Chemical Education**, v. 93, n. 1, p. 146-151, 2015.
- MONAGHAN, J. M. CLEMENT, J. Use of a computer simulation to develop mental simulations for understanding relative motion concepts. **International Journal of Science Education**, v. 21, n. 9, p. 921-944, 1999.
- SONG, Y. “Bring Your Own Device (BYOD)” for seamless science inquiry in a primary school. **Computers & Education**, v. 74, p. 50-60, 2014.
- SOUZA, B.C.; SILVA, A.S.; SILVA, A.M.; ROAZZI, A.; SILVA CARRILHO, S.L. Putting the Cognitive Mediation Networks Theory to the test: Evaluation of a framework for understanding the digital age. **Computers in Human Behavior**, v. 28, n. 6, p. 2320-2330, 2012.
- STEPHENS, A. L. CLEMENT, J. J. Documenting the use of expert scientific reasoning processes by high school physics students. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 6(2), 020122, 2010.
- TREVISAN, R.; ANDRADE NETO, A. S.. Uma construção do Perfil Epistemológico de licenciandos em Física acerca da dualidade onda-partícula em Mecânica Quântica, após o uso de bancadas virtuais: um estudo a partir do discurso gestual e verbal. **RENOTE**. Revista Novas Tecnologias na Educação, v. 14, p. 1, 2016.

Recebido em: 08/03/2020

Aceito em: 01/11/2020

Endereço para correspondência:

Nome: Juliana Rodrigues dos Anjos

Email: Juranjos@gmail.com



Esta obra está licenciada com uma Licença [Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).