



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO NORTE
Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física
Polo 10 IFRN – Campus Natal Central



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO
GRANDE DO NORTE- IFRN

MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

SPECTRUM – AULA INTERATIVA

Ludnilson Antônio de Jesus Pereira

Produto Educacional apresentado ao Programa de Pós-Graduação (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte -IFRN) no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador (a): Dsc. Jacques Cousteau da Silva
Borges

Natal, 2017

P436s Pereira, Ludnilson Antônio de Jesus.
Spectrum : Desenvolvimento de uma plataforma self-learning para ensino experimental de física no ensino médio / Ludnilson Antônio de Jesus, Jacques Causteu da Silva. – Natal : [s.n.], 2016.
23 p. : il. color.

ISBN:

1. Ensino da Física – Ensino médio. 2. Física Moderna – Plataforma Self-learning. 3. Física Contemporânea. 4. Espectroscopia. I. Borges, Jacques Causteu da Silva. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. III. Título.

CDU 53:373.5

LUDNILSON ANTÔNIO DE JESUS PEREIRA

SPECTRUM – AULA INTERATIVA

1ª Edição

Natal - RN
Edição do autor
2017

O material apresentado neste documento pode ser reproduzido livremente desde que citada à fonte. As imagens apresentadas são de propriedade dos respectivos autores e utilizadas para fins didáticos. Caso sinta que houve violação de seus direitos autorais, por favor, contate os autores para solução imediata do problema. Este documento é veiculado gratuitamente, sem nenhum tipo de retorno comercial a nenhum dos autores, e visa apenas à divulgação do conhecimento científico.

APRESENTAÇÃO

Esta é uma proposta didática, baseada no estilo de autoaprendizagem (*self learning*), que tem por objetivo trabalhar experimentalmente tópicos de física moderna e contemporânea (FMC) no Ensino Médio. O produto educacional – desenvolvido durante o Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) no pólo 10 - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN) – fundamenta-se através de um software aplicativo: SPECTRUM – Aula Interativa, proposto para tablet-PCs, atuando como roteiro experimental interativo, multimídia e multiplataforma. Este manual descritivo contempla os detalhes técnicos do aplicativo desenvolvido, como: a sua composição e aplicação. As estratégias e ferramentas aqui sugeridas foram utilizadas em ambiente escolar, mas podem ser adequadas livremente à realidade e às necessidades do professor que optar por utilizá-la. O aplicativo implementado e utilizado está disponível gratuitamente na Internet (Play Store). A temática escolhida, sobre tópicos de FMC, mostra-se pouco explorada no âmbito educacional proposto, principalmente sob o viés experimental, embora a literatura na área revele os benefícios e a relevância da introdução destes conteúdos junto aos processos de ensino e aprendizagem em física.

SUMÁRIO

1 SPECTRUM – AULA INTERATIVA E UMA PROPOSTA DIDÁTICA DE APLICAÇÃO	8
1.1 O APLICATIVO SPECTRUM – AULA INTERATIVA	8
2 DESCRIÇÃO DA APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL	13
3 A AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA.....	14
4 MOMENTO 1 - A AULA TEÓRICA.....	16
5 MOMENTO 2 – A AULA EXPERIMENTAL.....	18
REFERÊNCIAS	20
APÊNDICES	23

1 SPECTRUM – AULA INTERATIVA E UMA PROPOSTA DIDÁTICA DE APLICAÇÃO

O APLICATIVO SPECTRUM – AULA INTERATIVA

O software desenvolvido funciona por meio de uma comunicação entre uma aplicação android (app) e um servidor de banco de dados. O aplicativo android foi totalmente desenvolvido durante o projeto, enquanto que para o servidor optou-se por um já existente, denominado Blackendless¹ (Fig. 3). Para o desenvolvimento do aplicativo, por fim, foi utilizado o ambiente de desenvolvimento integrado (IDE) Android Studio.

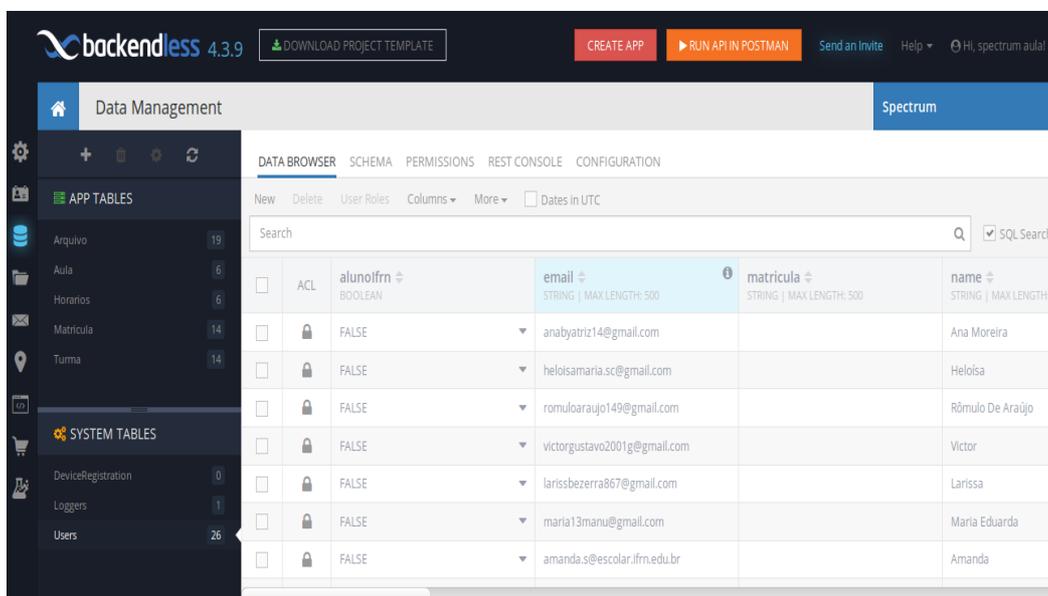


Figura 1 – Servidor Backendless

O app foi desenvolvido em linguagem Java, e para o seu melhor funcionamento foram utilizadas 3 bibliotecas externas, a saber: Picasso² para adição de imagens as aulas, Glide³ para adição de gif as aulas e PhotoView⁴ para melhor manipulação de imagens permitindo zoom in/out. Todas as outras funcionalidades do aplicativo foram desenvolvidas a partir de bibliotecas nativas do sistema Android.

¹ <https://develop.backendless.com/>

² <http://square.github.io/picasso/>

³ <https://bumptech.github.io/glide/>

⁴ <https://github.com/chrisbanes/PhotoView>

Para aumentar o alcance do aplicativo optou-se por utilizar a API 16 – que indica o nível de compatibilidade com os dispositivos Android existentes – como versão mínima, sendo assim mais dispositivos estariam compatíveis e seria possível alcançar um maior público de estudantes.

O funcionamento do app consiste basicamente de 3 diferentes funcionalidades principais:

- ✓ Registro/Login no aplicativo;
- ✓ Listagem/exibição das aulas;
- ✓ Agendamento de horário para as aulas.

Ainda é possível completar o cadastro do usuário. Esta funcionalidade existente apenas quando o usuário é identificado pelo professor como aluno da turma previamente cadastrada, junto ao banco de dados.



Figura 2 – Login no sistema.

Na aplicação, as aulas foram divididas em 2 tipos, **aulas práticas** e **aulas teóricas** (Fig. 5 e 6), sendo as aulas teóricas disponíveis para visualização por qualquer usuário que disponha o app, a qualquer momento. Esta aula tem por objetivo estudos teóricos acerca do tema da aula.

Lesson 1

Espectros Atômicos



➤ Espectro Solar - Linhas de Fraunhofer

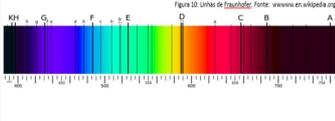
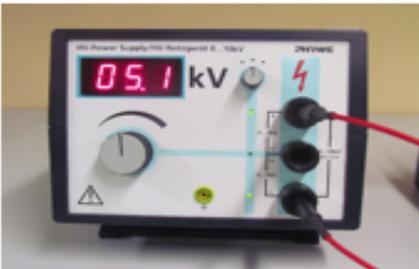


Figura 10 Linhas de Fraunhofer. Fonte: www.wikipedia.org

Vale ressaltar, por fim, que a investigação dos espectros atômicos serviu também para estabelecer que somente certos níveis discretos de energia são possíveis para emissão ou absorção de um átomo ou uma molécula tal como proposto pelo modelo

Figura 3 – Aula teórica.

As aulas práticas, porém, serão de acesso exclusivo dos alunos previamente cadastrados pelo docente, junto ao sistema de banco de dados e que tenham feito devidamente o agendamento de horário para a realização da prática experimental no laboratório de física.




- 13) Aproxime o conjunto Tablet + grade de difração do bulbo iluminado, alinhando-os a aproximadamente 50 cm e na mesma altura do tubo espectral.
- 14) Alinhe todo o sistema e o seu ângulo de visão até que o espectro emitido pela luz possa ser visualizado nitidamente sobre a escala métrica.
- 15) Faça uma foto e/ou um vídeo do espectro visualizado e relate (utilize áudio!) sobre suas características de cor e formato.
- 16) Meça a que distância da lâmpada encontram-se suas raias espectrais.

Figura 4 – Aula prática

A reserva de datas e horários, por sua vez, para a realização das aulas práticas, será realizada pelo próprio aplicativo, ou seja, cada grupo de discentes possui um horário exclusivo de acesso ao laboratório, selecionado em comum acordo com seus componentes. Esse ponto traz à tona o caráter de autonomia facultado aos discentes, na perspectiva do self-learning, bem como a otimização de uso dos espaços de laboratórios.



Figura 5 – Agendamento de aula prática

É durante as práticas experimentais, por outro lado, que o diferencial do uso de um 17ablete como roteiro interativo se revela. Os discentes são, passo a passo, estimulados a interagir com o experimento através do dispositivo – por meio da adição de áudios, vídeos, imagens ou textos explicativos – enquanto vão realizando sua prática experimental.

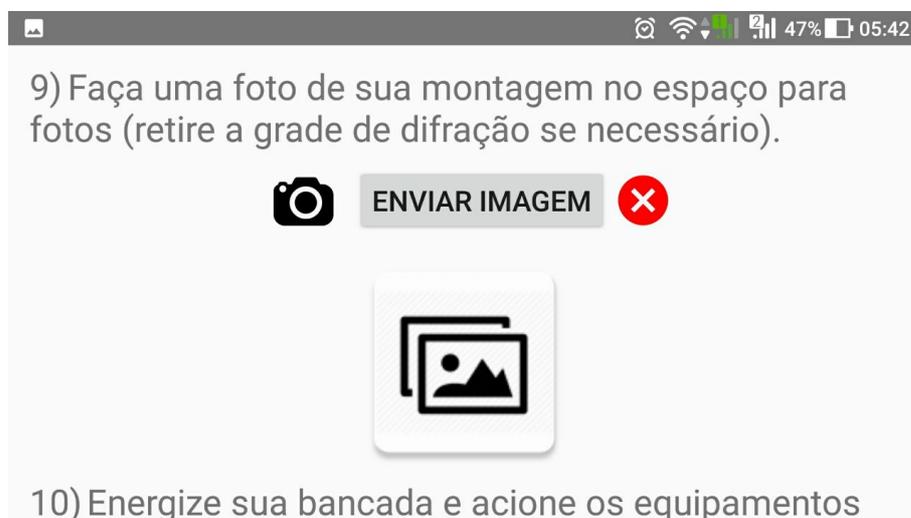


Figura 6 – Pergunta e resposta com imagem na aula prática.

O discente irá utilizar as ferramentas disponíveis nos dispositivos *Android* para adicionar os arquivos as suas respostas, seja utilizando câmera para filmar ou tirar fotos do experimento ou gravando um áudio explicativo, em todos os casos há um botão indicativo do tipo de arquivo que o discente deve adicionar como resposta em cada questionamento dos procedimentos experimentais.

Ao acionar um dos botões de resposta, conseqüentemente, o dispositivo irá direcionar o discente seja para câmera, para aquisição de fotos ou vídeos, bem como para o sistema de microfone, cuja gravação de áudio se torna imediatamente acionada.

O discente pode, ainda, clicar novamente sobre os ícones para submeter novamente uma nova resposta para a mesma questão, se julgar necessário. O aplicativo sobrescreverá a última resposta pela nova enviada. Ao final cada questão, porém, irá conter apenas a última resposta enviada pelo discente.

Para facilitar o entendimento do discente ao lado de cada questão de adição de arquivo há um botão “ENVIAR ARQUIVO” que ao ser clicado irá pegar o arquivo adicionado pelo discente e salvá-lo na base de dados.



Figura 7 – Pergunta e resposta com áudio na aula prática

Para sinalizar ao discente, pois, que o arquivo foi enviado corretamente para a base de dados foi adicionado um ícone a direita de cada botão de envio. Caso o ícone estiver vermelho, isto significa que o discente ainda **não** enviou o arquivo referente aquela resposta ou que o arquivo não foi enviado com sucesso. Quando ocorrer o sucesso do envio, por outro lado, o ícone se tornará verde e uma mensagem será exibida para o discente (Fig. 9).

Cada resposta enviada pelo discente, todavia, será armazenada no banco de dados contendo chaves para identificação específicas de que discente enviou o arquivo, assim como a que aula e questão aquele arquivo se refere.

Ao término da aula o discente pode enviar o seu relatório de prática ao professor, que irá receber via e-mail um relatório final compilado com todas as respostas enviadas pelo discente, devidamente identificado, e salvo na base de dados do sistema.

Resposta da Aula prática 1 - Espectros Atômicos do discente Prof. Ludnilson



Entrada x

Spectrum Aula <spectrumaula@gmail.com>

13 de nov

para mim, faz.sagarana

Caro professor(a), o discente Prof. Ludnilson acaba de responder a aula Aula prática 1 - Espectros Atômicos, segue em anexo as suas respostas.

17 anexos

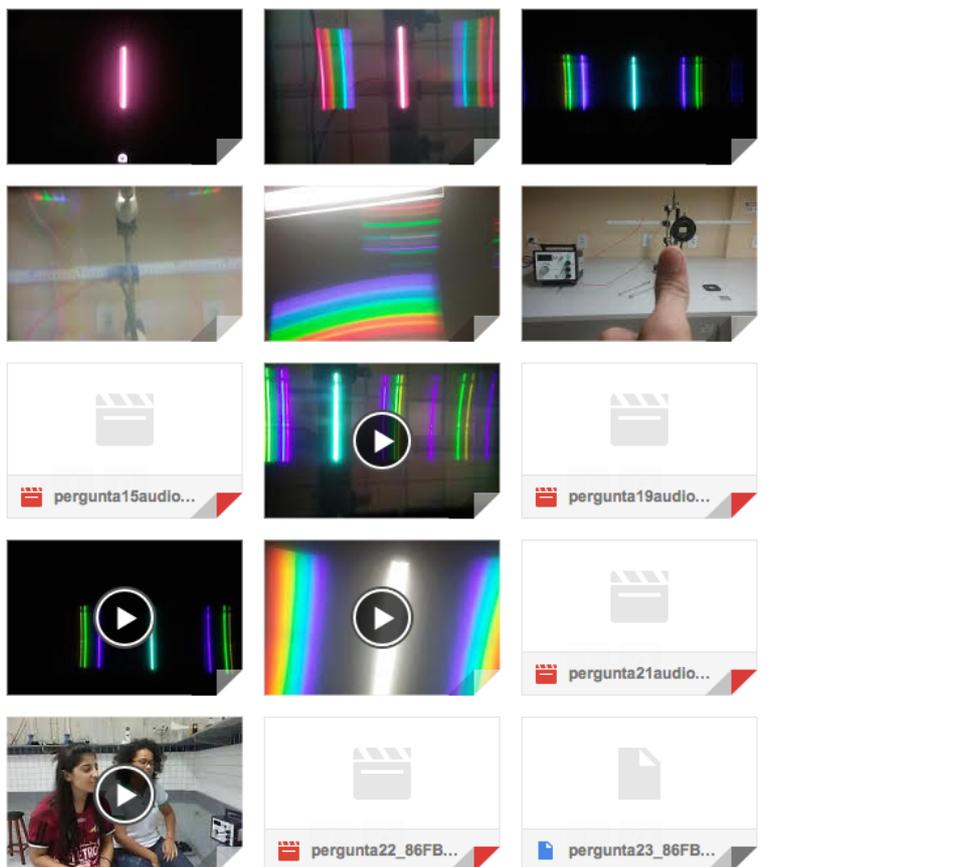


Figura 8 – Arquivos recebidos pelo professor, enviados pelo app ao termino da aula

Para um melhor funcionamento do sistema, todavia, optou-se por limitar os tamanhos dos vídeos a 30 segundos de duração, visto que vídeos tendem a crescer bastante o tamanho de armazenamento por relatório, o que dificultaria sobremaneira o envio, dependente de internet, para a base dados. As imagens, áudios e arquivos de texto, por outro lado, não costumam trazer problemas quanto aos seus tamanhos de armazenamento, portanto não houve nenhuma limitação de tamanho.

2 DESCRIÇÃO DA APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

A sequência metodológica para esta pesquisa organizou-se em quatro etapas: uma fase de elaboração da proposta didática e sua validação junto a alguns especialistas na área e na comunidade científica. Uma segunda fase, de implementação técnica, computacional, e de testes do software objeto deste produto educacional, o aplicativo mobile *SPECTRUM*. E, por fim, uma terceira e quarta fases que se encarregaram da aplicação integral desta proposta didática.

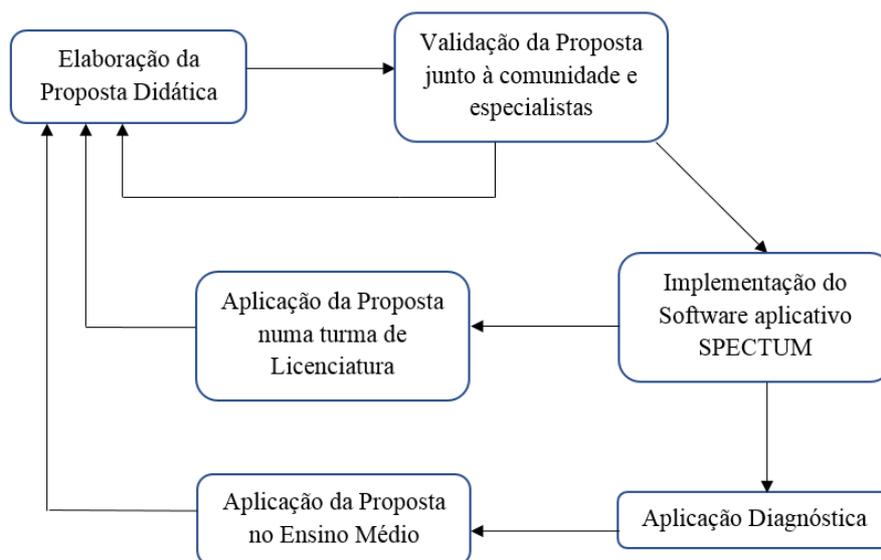


Figura 9 – Fluxograma da implementação do produto

A fase de implementação do aplicativo, voltado para dispositivos mobile (20ablete – Pcs), foi executada de forma a contemplar a integração entre as dimensões prática e experimental almejadas pela proposta didática.

Uma avaliação diagnóstica prévia, pensada como alicerce inicial para uma aplicação contextualizada desta proposta didática, figurou a terceira fase de aplicação do produto educacional. Essa aplicação deu-se por intermédio do software educacional KAHOOT⁵, em cujos participantes discentes interagem por meio de dispositivos mobile (celulares e tablets).

A proposta de abordagem, enfim, fez-se desenvolver com um grupo total de 36 alunos, todos regularmente matriculados na segunda série do Ensino Médio Técnico Integrado do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), no município de Canguaretama, pertencente à Microrregião do Litoral Sul, na Mesorregião do Leste Potiguar. Estes sujeitos eram dispostos, prioritariamente, em grupos de trabalho com no mínimo dois (2) e máximo quatro (4) participantes por conjunto.

⁵

<https://kahoot.com>

3 A AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA

A avaliação diagnóstica tem como objetivo geral a obtenção de dados para que seja possível determinar o ponto de partida para a proposta didática do conteúdo da fase teórica de aplicação do aplicativo SPECTRUM – AULA INTERATIVA. Para cada questão, do total de doze, há um objetivo específico. Esses objetivos estão descritos a seguir.

A própria plataforma (KAHOOT), como um de seus recursos adicionais, modela e disponibiliza estatísticas e médias de acertos e erros acerca dos resultados obtidos, facilitando sobremaneira a análise e avaliação dos rendimentos e objetivos de aprendizagem.

Com o questionamento inicial, almejou-se investigar a concepção dos discentes no tocante ao conceito de modelo científico, haja vista sua relevância para o entendimento coeso dos modelos atômicos.

Espectros Atômicos			
Q9	Todos os átomos produzem espectros?		
Correct answers	SIM		
Players correct (%)	71,43%		
Question duration	20 seconds		
Answer Summary			
Answer options	▲ "SIM"	◆ "NÃO"	
Is answer correct?	✓	✗	
Number of answers received	5	2	
Average time taken to answer (seconds)	3,81	6,77	

Figura 10 – Exemplo de apresentação de questões no software KAHOOT (Questão 9).

A questão número dois averiguou o conceito clássico de átomo.

Ainda acerca da compreensão de átomo, o terceiro questionamento avaliou o conhecimento dos discentes a respeito da divisibilidade do átomo, um entendimento mais moderno deste conceito.

A quarta pergunta primou por examinar se os alunos possuíam algum conhecimento das estruturas atômicas subelementares.

Os celebres modelos atômicos, apenas os mais clássicos, foram alvo do quinto questionamento.

A relação entre o entendimento da estrutura atômica e a emissão de luz (radiação eletromagnética) passou a ser tratada a partir do questionamento seis.

Abordando minimamente algum aspecto histórico e filosófico da ciência, a sétima questão colocou-se no intento de constatar se alguém, dentro o espaço amostral investigado, reconhecia a autoria do experimento histórico da dispersão da luz branca de Isaac Newton.

Os Espectros Atômicos, finalmente, mostraram-se abordados na indagação oitava.

Correlacionando as perguntas 6 e 8, explorou-se, no quesito nono, a uniformidade e a universalidade da emissão espectral por todos os elementos atômicos conhecidos.

A pergunta 10 explora a universalidade da emissão espectral sede espaço à singularidade dos espectros atômicos, conceito mais abrangente e particular desta propriedade natural da matéria.

A penúltima questão foi um pouco mais a fundo a respeito dos espectros, questionando suas classificações. A intenção nesse quesito foi apenas a de monitorar se poderia haver algum sujeito com o conhecimento mais organizado e profundo acerca do assunto estudado.

A décima segunda questão investigou aplicações tecnológicas dos espectros.

4 MOMENTO 1 - A AULA TEÓRICA

Consecutivamente à avaliação diagnóstica, inicia-se ao trabalho de aplicação com o aplicativo Spectrum – Aula Interativa.

Inicialmente, em sala de aula, orienta-se os discentes a fazer download do aplicativo⁶, disponível na loja virtual de aplicativos Google Play. Em seguida, deve-se explicar os procedimentos iniciais de cadastro explicitados.

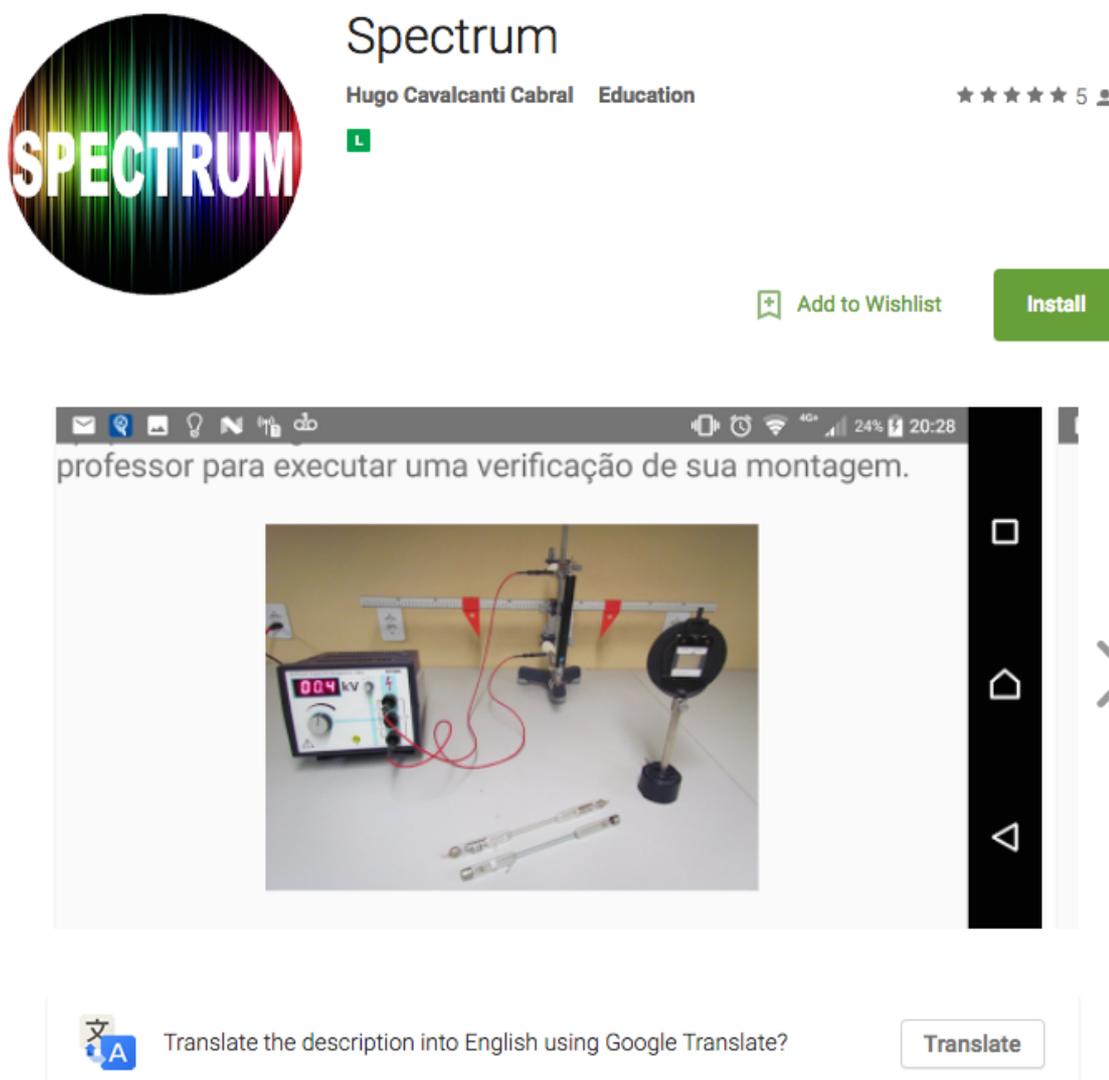


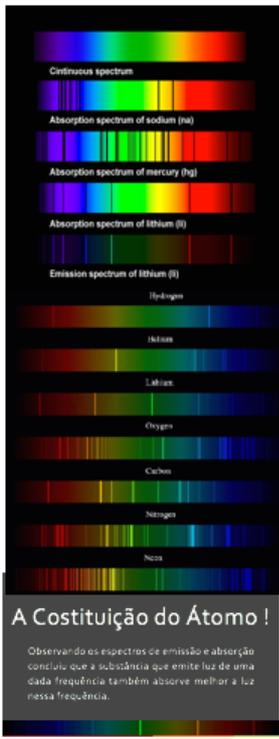
Figura 11 – Tela do aplicativo SPECTRUM na loja virtual Google Play

Efetuada o cadastro inicial, orienta-se que os discentes verifiquem a mensagem de verificação, enviada para o email cadastrado de cada discente, e, a partir desta mensagem, completem seus cadastros de identificação, o que os dará acesso futuramente a aula prática.

⁶

<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.examples.spectrum>

O enredo de aplicação desta proposta didática inicia-se com uma parte teórica, chamada “aula teórica”, sobre o tema a ser explorado na prática experimental. Os alunos ingressam pelo aplicativo e podem ter acesso a um texto contendo alguns aprofundamentos, informações e curiosidades sobre o tema explorado.



A Constituição do Átomo!

Observando os espectros de emissão e absorção condiz, que a substância que emite luz de uma dada frequência também absorve melhor a luz nessa frequência.

Uma grande vantagem sobre a utilização de sondas que é a de permitir detectar quantidades mínimas de certas substâncias em uma amostra através da análise espectral” [2].

Um exemplo é o processo classificado por **eletroluminescência**, que envolve descargas em gases inertes, a partir da qual foram descobertos os raios catódicos, em 1869 – mais tarde identificados como elétrons, e os raios X. [2].

Cada elemento químico dá origem a um espectro de emissão característica, como se fosse uma espécie de “**impressão digital**”, única para cada elemento. Os espectros atômicos podem ser divididos em três categorias:

- **Espectros contínuos:** emitidos principalmente pelos sólidos incandescentes, não apresentam linhas, nem claras nem escuras, mesmo nos espectroscópios de alta resolução.
- **Espectros de Absorção:** Corresponde a fração da radiação incidente absorvida pelo material numa gama de frequências. Ele é determinado primeiramente pela composição atômica e molecular do material. É mais provável que a radiação seja absorvida em frequências que correspondam à diferença de energia entre dois estados quânticos das moléculas. A absorção que ocorre devido a uma transição entre dois estados.
- **Espectros de Emissão:** Energia liberada sob a forma de radiação eletromagnética. A emissão pode ocorrer a qualquer frequência cuja absorção também possa ocorrer. Isto permite que as linhas de absorção sejam determinadas a partir de um espectro de emissão. O espectro de emissão terá um padrão de intensidade bastante diferente do espectro de absorção.

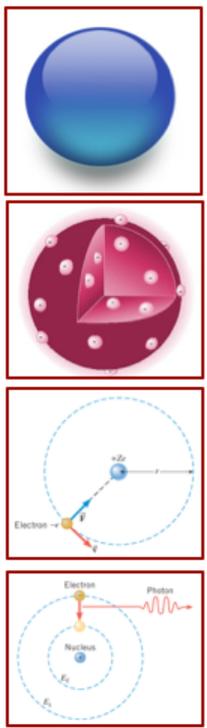
Na linguagem da Física Atômica Moderna, o espectro de emissão de um elemento químico é a imagem da radiação eletromagnética emitida por seus átomos excitados ao retornarem ao seu estado energético normal. (CARUSO e OGURI, 2016, 227-228).

Essa conclusão, parecia reforçar a ideia de que os fenômenos de emissão e absorção seriam devidos a uma espécie de **ressonância** entre a radiação e os átomos de uma substância, ou seja, sugere que os **ÁTOMOS** seriam **sistemas compostos**.

Os **modelos atômicos**, nesse sentido, passaram a ser propostos na tentativa dar uma explicação científica a formação dos espectros atômicos e justificar outros resultados experimentais observados.

Os principais modelos atômicos propostos estão relacionados abaixo. A sequência de suas proposições se ajustam ao surgimento de inconsistências não explicadas pela modelo predecessor.

- **Modelo de Dalton (1807):** Considerava que todos os elementos químicos eram compostos de pequenas partículas, neutras, chamadas átomos. Estas partículas fundamentais, apresentavam propriedades idênticas para um mesmo elemento químico, e distintas entre elementos diferentes.
- **Modelo de Thomson (1904):** Considerava o átomo como uma distribuição esférica homogênea de cargas positivas, no interior da qual os elétrons estavam distribuídos uniformemente, em anéis concêntricos.
- **Modelo de Rutherford (1911):** Baseado em experimentos com partículas α , sua hipótese considerava um modelo de **átomo nuclear**. Ou seja, um pequeno **núcleo atômico** central continha uma carga “ $+Ze$ ”, envolta por uma distribuição uniforme de carga “ $-Ze$ ”, **eletrosfera**, em uma esfera de raio bem maior que o diâmetro do núcleo.
- **Modelo de Bohr (1913):** Na busca por explicar a instabilidade do modelo de Rutherford, introduziu regras da mecânica quântica, estados estacionários de energias quantizadas, e postulou um **princípio de correspondência** limite em relação aos resultados clássicos.



Figuras 3, 6, 7 e 8: Modelos Atômicos. Fonte: https://br.wikipedia.org/wiki/Modelo_at%C3%B4mico#/media:Arquivo:Rutherford_modelo/fabr_modelo1

Figura 12 – Recortes de partes da aula teórica no aplicativo

A aula teórica comporta um tempo de execução de uma (1) semana. Observando o caráter self-learning desta proposta didática, contudo, a ocupação de leitura e entendimento do texto deve ser realizada de modo não presencial, cada discente no seu próprio tempo. Nesse período, os alunos deverão integralizar o cumprimento da aula teórica e proceder com o agendamento de suas práticas experimentais. O professor pode ser contatado a qualquer momento, sobre dúvidas de conteúdo ou outros questionamentos diretamente pelo aplicativo, através do envio de mensagens por e-mail.

5 MOMENTO 2 – A AULA EXPERIMENTAL

Com antecedência de duas horas para o início da aula prática, os discentes já podem ter acesso ao roteiro experimental interativo que cumprirão em laboratório. Este roteiro, também autoral, apresenta os objetivos da realização do experimento, as atividades por ele propostas, o aparato experimental utilizado e os procedimentos experimentais da atividade, estes divididos em vinte passos de execução.

Para que se eliminasse, por outro lado, a necessidade de mais de um envio de relatório, ou mesmo agendamento de data e hora para a prática experimental, orienta-se aos grupos que cada um deles estabelecesse a figura de um líder. Todos os procedimentos execução necessários ao experimento passam a ser capitaneados a partir da conta deste líder.

Concernente aos procedimentos experimentais, por sua vez, o roteiro busca graduar a abordagem acerca do tema intercalando-o com a realização da prática experimental e a interação mediada entre os recursos multimídias do 25ablete e o aparato experimental.

A responsabilidade do professor, ou do técnico de laboratório, durante a 25ablete25ão das práticas experimentais mostra-se, exclusivamente, em mediar desde a manipulação dos instrumentos até a supervisão dos procedimentos de segurança e conduta no espaço laboratorial. Qualquer outro tipo de intervenção, por parte do docente, deve ser limitada, no intuito de se garantir um maior grau investigativo ao experimento, bem como o caráter self-learning da plataforma.

Recomenda-se uma pequena recepção e introdução dos grupos no ambiente de laboratório orientando-os a dar início ao trabalho experimental. Posteriormente, é a sequência proposta pelo roteiro quem conduz, de forma gradativa, os experimentadores pela prática.

Na primeira parte do experimento (passos experimentais de 1 a 4), os discentes são orientados a como proceder para a colocação da grade de difração, necessária a visualização dos espectros atômicos, junto à câmera fotográfica do 25ablete.

Logo em seguida, o roteiro interativo solicita que os discentes acionem a câmera do dispositivo e apontem o conjunto 25ablete + grade de difração para alguma fonte de luz branca e fotografem o espectro de luz contínuo emitido.

Em seguida, os experimentadores devem relatar e comparar, com a utilização de áudios e vídeos, as características e propriedades do espectro visualizado. Para tanto, o roteiro traz, no passo 5, uma ilustração de um espectro contínuo retirada da literatura.

Para efeitos de praticidade e visando a preservação dos equipamentos, recomenda-se que o aparato experimental apresente-se praticamente montado, com a bancada ainda sem energia. Optou-se por esta metodologia, também, para que não se fosse dado ênfase a montagem dos equipamentos

e sim ao fenômeno a ser explorado. As funções de energizar a bancada, no entanto, bem como regular a fonte de tensão para a voltagem adequada deve ficar a cargo dos discentes.

Nesta etapa do procedimento, os experimentadores podem, após energizarem suas bancadas e regularem a fonte de tensão para a voltagem de cerca de 5 KV, visualizar o espectro atômico de duas lâmpadas distintas de vapor metálico. Um vídeo exclusivo com esta manipulação consta no roteiro interativo.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 2, p. 176-194, abr./jun. 2003.
- ARRUDA, S. M., TOGINHO FILHO, D. O. Laboratório caseiro de física moderna. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 8, n. 3, p. 232-236, dez. 1991.
- AXT, Rolando, O papel da experimentação no ensino de ciências, em Moreira, M.A. e Axt, R., **Tópicos em Ensino de Ciências**, Sagra, 1991. P. 79-80.
- BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de Ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n.3: p.313, 2002.
- BRAGA, Marcia de Melo. Eletromagnetismo abordado de forma conceitual. Porto Alegre: UFRGS, 2004. **Dissertação (Mestrado)** – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática, Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/mpef/mestrados/Macia_deM_Braga_2004.pdf
- C. A. Canizares , Z. T. Faur, Advantages and disadvantages of using various computer tools in electrical engineering courses, **IEEE Transactions on Education**, v.40 n.3, p.166-171, August 1997 [doi>10.1109/13.618025]
- CLAESSON, L.. **Remote Electronic and Acoustic Laboratories in Upper Secondary Schools**, 2014.
- CLEMENT, Luiz Clement & TERRAZZAN, Eduardo A. Terrazzan. Considerações sobre a prática docente no desenvolvimento de atividades didáticas de resoluções de problemas em aulas de física. **IX EPEF**
- DUNE, P., COSTICH, D., O’SULLIVAN, S. Measurement of the mean lifetime of cosmic ray muons in the A-level laboratory. **Physics Education**, Bristol, v. 33, n. 5, p. 296-302, Sept. 1998.
- ENSINO DE FÍSICA NO NÍVEL MÉDIO: TÓPICOS DE FÍSICA MODERNA E EXPERIMENTAÇÃO , Denis Rafael de Oliveira Pereira e Oderli Aguiar , 2006, **Revista Ponto De Vista**, vol 3, pg 65
- GASPAR, A. **Experiência no ensino da física**, 4º edição. Editora Ática, 1996, 232p.
- GASPAR, A. **Experiências de ciências para o ensino fundamental**. São Paulo: Ática, 2005.
- HERNÁNDEZ, F. **A organização do currículo por projetos de trabalho**. 5. Ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.
- HERNÁNDEZ, F. **O tempo nos projetos de trabalho**. **Pátio: revista pedagógica**, Porto Alegre v. 8, n. 30, p. 12-15, maio/jul. 2004
- HORN, Michael B., Staker, Heather. **Blended: Using Disruptive Innovation to Improve Schools**. 1. Ed. Jossey-Bass, 2014.
- KAWAMURA & HOUSOUME, Maria Regina Dubeux Kawamura e Yassuko Hosoume, A Contribuição da Física para O novo Ensino Médio, **Física na Escola**, v. 4, n.2, 2003
- Lang, J. (2012). Comparative study of hands-on and remote physics labs for first year university level physics students. **Transformative Dialogues: Teaching and Learning Journal**, 6(1), 1e25.
- MOREIRA, M. A. (2012). O QUE É AFINAL APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA? **Revista Curriculum**, La Laguna, 25: 29-56