

SEQUÊNCIA DIDÁTICA

ROTEIROS DE AULAS COM A UTILIZAÇÃO DE DIFERENTES RECURSOS NA INSERÇÃO DE TÓPICOS DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NO ENSINO MÉDIO

Público alvo: Alunos de 1º, 2º e 3º ano do Ensino Médio.

Objetivos: Inserir conceitos de Física Moderna e Contemporânea (FMC) por meio de estratégias alternativas de ensino, utilizando vídeos de experimentos de Linhas espectrais, Experimento de Millikan e Efeito Fotoelétrico em sala de aula, propiciando aos alunos contato com atividades experimentais de FMC, mesmo sem disposição de um laboratório de Física, facilitando uma compreensão sobre fenômenos importantes da FMC. Sugerir uma visita monitorada a laboratório didático em Universidade, para que os estudantes manipulem experimentos de FMC e visitem um espaço de laboratório de pesquisa do ensino superior.

Elaboração:

Talita Vicente dos Santos

Orientação:

Prof. Dr. Arandi Ginane Bezerra Junior

2017

TERMO DE LICENCIAMENTO

Esta Dissertação e o seu respectivo Produto Educacional estão licenciados sob uma Licença Creative Commons *atribuição uso não-comercial/compartilhamento sob a mesma licença 4.0 Brasil*. Para ver uma cópia desta licença, visite o endereço <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/> ou envie uma carta para Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California 94105, USA.



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

- S237f Santos, Talita Vicente dos
2017 Física moderna e contemporânea no ensino médio : uma proposta de articulação entre objetos educacionais e visitas a laboratórios / Talita Vicente dos Santos.-- 2017.
103 f. : il. ; 30 cm.
- Disponível também via World Wide Web.
Texto em português, com resumo em inglês.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica. Área de Concentração: Ciência, Tecnologia e Ambiente Educacional, Curitiba, 2017.
Bibliografia: f 85-91.
1. Física - Estudo e ensino (Ensino médio). 2. Filmes e vídeos educativos. 3. Laboratórios de física. 4. Educação aberta. 5. Ensino a distância. 6. Tecnologia da informação. 7. Comunicação na educação. 8. Psicologia educacional. 9. Aprendizagem. 10. Ciência - Estudo e ensino - Dissertações. I. Bezerra Junior, Arandi Ginane, orient. II. Saavedra Filho, Nestor Cortez, coorient. III. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica. IV. Título.

CDD: Ed. 22 -- 507.2

TALITA VICENTE DOS SANTOS
ARANDI GINANE BEZERRA JR
NESTOR SAAVEDRA
JORGE ALBERTO LENZ

**ROTEIROS DE AULAS COM A UTILIZAÇÃO DE DIFERENTES
RECURSOS NA INSERÇÃO DE TÓPICOS DE FÍSICA MODERNA
E CONTEMPORÂNEA NO ENSINO MÉDIO.**

Produto associado à dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Ciências, do Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Área de concentração: Tecnologias de Informação e Comunicação.

Orientador: Professor Dr. Arandi Ginane Bezerra Jr

Co-orientadores: Professor Dr. Nestor Saavedra
Professor Dr. Jorge Alberto Lenz

CURITIBA – PR

2017

ROTEIRO DE AULA COM UTILIZAÇÃO DE VÍDEOS DE EXPERIMENTOS DE FMC: LINHAS ESPECTRAIS, EXPERIMENTO DE MILIKAN E EFEITO FOTOELÉTRICO.

APRESENTAÇÃO

O presente roteiro de aulas tem por objetivo principal estabelecer pontes entre a produção acadêmica Universidade e atividades inovadoras em sala de aula, em especial o Ensino de Física Moderna e Contemporânea (FMC) no nível médio.

A formação de professores é o foco central do PPGFCET e do curso de Licenciatura em Física da UTFPR. Docentes e estudantes vinculados a estes programas têm vislumbrado a importância da interação e da colaboração entre os diversos níveis de ensino na busca de soluções, de alternativas e de caminhos para o Ensino de Ciências, particularmente a Física. O produto aqui apresentado visa a colaborar com a divulgação, a avaliação e o teste de materiais didáticos produzidos na UTFPR, com ênfase nos vídeos de FMC.

INTRODUÇÃO

Com base em sua experiência na formação de professores de Física, nosso grupo de pesquisa na UTFPR detectou a necessidade da criação, no Brasil, de vídeos didáticos sobre FMC. Neste contexto, nossa proposta busca promover a interação de alunos do curso de licenciatura com aqueles do programa de pós-graduação, de forma a conjugar elementos referentes à formação inicial e continuada de professores, à luz da pesquisa em Ensino de Física. Essa iniciativa propicia, em ambiente altamente colaborativo, a integração dos trabalhos de ensino e pesquisa inspirados pelo compromisso de construir alternativas concretas para o Ensino de Física.

Dentre os problemas frequentemente apontados pela comunidade e que afetam diretamente o ensino de Ciências, em particular a Física, podemos citar dificuldades referentes à falta de laboratórios de ensino e das disciplinas experimentais (SBF, 2005) e dificuldades com respeito à formação docente para o uso consequente de tecnologias educacionais inovadoras e que possam efetivamente causar impacto em sala de aula (MACÊDO et al, 2014). A este respeito, destacamos a crítica que aponta a lacuna existente entre a transferência das pesquisas nas áreas de ensino de ciências e a sala de aula (MENEZES, 2009). Em resposta a este distanciamento entre a academia (representada principalmente pelas universidades) e as escolas, uma iniciativa portadora de significado foi a criação de programas de mestrado profissional com foco em “produtos de natureza educacional, visando à melhoria do ensino” (MOREIRA; NARDI, 2009).

Neste contexto, destaca-se a importância e o estímulo à integração entre cursos de graduação, pós-graduação e escolas da educação básica, que fazem parte das crescentes iniciativas em que ocorre a articulação entre professores em formação (os licenci-

andos), professores-pesquisadores universitários e professores que atuam em sala de aula no nível básico. Isto remete a uma aproximação entre os diversos níveis de ensino num movimento que conjuga a pesquisa em ensino, a formação inicial e continuada de professores e a produção reflexiva que tem implicações mais diretas e sintonizadas com o dia-a-dia da sala de aula e da vida escolar. O projeto de produção de vídeos sobre FMC que tem sido desenvolvido, também apresenta esta “fecundidade do trabalho coletivo” o qual, por sua vez, remete à “docência como desafio apaixonante”, em referência ao exposto por Vilches e Gil-Pérez (2012).

Nesta articulação entre graduação e pós-graduação que se tem realizado, os docentes do curso de licenciatura e os docentes do programa de mestrado procuram coordenar suas ações de modo a envolver estudantes de graduação e de pós-graduação em projetos conjuntos, voltados à discussão da educação em ciências e à construção de propostas de intervenção que estejam em sintonia com a realidade da sala de aula. Assim, é comum haver projetos que integram trabalhos de disciplinas de graduação e trabalhos de mestrado, inspirados por linhas de pesquisa desenvolvidas por professores-pesquisadores da instituição. No caso dos vídeos aqui apresentados, partiu-se da premissa da importância do ensino da FMC no ensino médio. Então, foi organizado um grupo de trabalho envolvendo diversos estudantes de graduação que cursam uma disciplina obrigatória referente a “Projetos de Ensino de Física Moderna”, e estudantes do programa de Mestrado Profissional, no qual há uma linha de pesquisa denominada “TIC no Ensino de Ciências” e disciplinas teóricas e experimentais sobre Física Moderna.

Existe, na universidade, um laboratório didático dedicado ao ensino de FMC onde é possível realizar diversos experimentos clássicos de Física Moderna. Trata-se de um laboratório que custou cerca de R\$800.000,00 à instituição (valores de 2012). Os estudantes tem acesso a todos os equipamentos e as aulas são organizadas em torno de atividades investigativas: cada estudante ou grupo de estudantes deve executar os experimentos (a fim de se familiarizar com os conceitos básicos), obter dados numéricos e analisá-los baseados na literatura – o que é comum fazer em disciplinas semelhantes, presentes nos currículos do ensino superior. Entende-se que a realização dos experimentos seja fundamental para que os licenciandos tenham contato com estes conteúdos avançados de Física, dada a sempre presente demanda para que sejam ensinados no nível médio. Contudo, chamamos sempre sua atenção para uma realidade: laboratórios deste nível não estão disponíveis em escolas básicas, que tampouco são equipadas com laboratórios mais básicos de Ciências.

Neste sentido, apontamos para a importância de os estudantes desenvolverem “soluções” para que os conteúdos aprendidos na disciplina possam ser abordados nas escolas com as quais os mesmos se relacionam (por conta de projetos de estágio curricular obrigatório e PIBID, por exemplo). Assim, é solicitado aos estudantes que façam as articulações necessárias para que o ensino de Física Moderna (os experimentos que eles realizam na disciplina de graduação) aconteça na escola básica (tendo em vista a realidade es-

colar por eles estudada e vivenciada). A presença dos estudantes de pós-graduação incrementa o processo, porque coloca em cena a possibilidade do desenvolvimento de trabalhos de pesquisa mais robustos (dado que há mais tempo disponível para a realização de uma dissertação de mestrado do que, por exemplo, para um curso semestral). Desta forma, desenvolve-se, a partir dessas interseções entre nossa prática de sala de aula e nossos interesses de investigação científica, tendo em vista o quadro revelado por nossa pesquisa de estado da arte, uma linha de pesquisa inovadora, a saber, o desenvolvimento de vídeos contendo conteúdos de FMC para uso em sala de aula, principalmente no nível médio.

OS VÍDEOS PRODUZIDOS

Para a produção dos vídeos, o processo de produção contou com três etapas: Pré-produção, produção e pós produção, que estão descritas a seguir:

Pré-produção: esta etapa consiste em termos gerais no planejamento do material a ser produzido. Para o objetivo aqui proposto foi criado, para cada vídeo, um roteiro com o conteúdo a ser discutido, delimitando onde e quais seriam as intervenções a serem realizadas ao longo. Para cada área do conhecimento um profissional da área foi consultado para atestar a validade das informações.

Produção: nesta etapa são realizadas as gravações, ou filmagens, propriamente ditas.

Pós-produção: aqui os fragmentos filmados são colocados em ordem, seguindo o que já foi estabelecido no roteiro inicial, de forma a adotarem uma sequência lógica e organizada. (CONCEIÇÃO, 2014, p. 70)

Além disso, a estrutura dos vídeos também se contempla três partes:

1ª Parte: apresentação do experimento que será abordado no vídeo e disponibilização da lista de materiais necessários para sua realização.

2ª Parte: demonstração dos procedimentos necessários para a realização da atividade.

3ª Parte: explicação didática sobre o fenômeno observado com a realização do experimento ou demonstração prática.

Todos os vídeos desenvolvidos nas disciplinas estão disponíveis no *Youtube*, no canal intitulado “Ciência Curiosa”, e encontram-se na página do Ciência Curiosa no sítio <www.cienciacuriosa.com.br>. O canal e o sítio fazem parte do produto de mestrado profissional desenvolvido no PPGFCET.

Dado que os vídeos estão disponíveis na Internet, professores e estudantes do curso de Física podem usar esses materiais como complemento dos estudos e também como material complementar às suas práticas docentes. Além disso, os materiais estão disponíveis para qualquer pessoa que tenha acesso à Internet, sendo caracterizados e licenciados enquanto Recursos Educacionais Abertos (REA) (UNESCO, 2011), o que permite que a comunidade os reuse, remixe, revise e redistribua, estimulando, assim, sua apropriação e garantindo que os frutos da pesquisa cheguem, de fato, à escola.

Tendo em vista o panorama exposto, foram produzidos diversos vídeos, incluindo variados assuntos relacionados às ciências, em particular, à Física. A seguir, os títulos relacionados ao estudo da Física estão listados, juntamente com seus endereços de acesso:

- 1) Experimento de lâmpadas espectrais: <<https://www.youtube.com/watch?v=mirIcqCEceM>>
- 2) Experimento de Millikan: <https://www.youtube.com/watch?v=Fk_ZQQsAkSo>
- 3) Experimento da difração de elétrons: <<http://www.youtube.com/watch?v=daviRMAAt4E>>
- 4) Experimento de carga/massa do elétron: <http://www.youtube.com/watch?v=42iSu7M_ghA>
- 5) Experimento do efeito fotoelétrico: <https://www.youtube.com/watch?v=_vBBpcJofj0>
- 6) Determinação da constante de Plank com LEDs: <<https://www.youtube.com/watch?v=d7n2Aq-wJT4>>
- 7) Experimento de Franck-Hertz: <<https://www.youtube.com/watch?v=HyCN-ivBnJ4>>
- 8) Experimento da dupla fenda com luz: <<https://www.youtube.com/watch?v=WmW6nCjrGXI>>
- 9) Experimento com a cuba de ondas: <<https://www.youtube.com/watch?v=S2Mw9v4uqQs>>
- 10) Experimento de interferência de ondas sonoras: <<https://www.youtube.com/watch?v=bWohBQXWr0E>>
- 11) Experimento de Cavendish: <<https://www.youtube.com/watch?v=8rlw0ajMP6c>>
- 12) Produção de nanopartículas: <<https://www.youtube.com/watch?v=VmhE5UzsjXo>>

Alguns dos experimentos listados, muito embora não sejam conteúdos específicos de FMC, tem sua inserção justificada por fazerem uma ponte entre a Física Clássica e o regime da Física Quântica, o que os torna importantes para a transposição didática da FMC ao ensino médio e séries iniciais do ensino superior.

LICENCIAMENTO DOS VÍDEOS

Para que os materiais sejam amplamente acessíveis, a licença denominada CC BY, da *Creative Commons* (2014) é utilizada, pois permite o compartilhamento e adaptação do conteúdo, ou seja, é possível copiar, redistribuir, remixar, transformar e recriar, a partir do material original. Trata-se de uma atribuição possível para vídeos postados no *Youtube*. Por esta licença, são mantidos os direitos autorais, e outros usuários podem reutilizar a obra (Google, 2014).

A PROPOSTA DE PRODUTO

No contexto exposto, é que se apresenta a perspectiva deste trabalho de pesquisa e do produto aqui proposto. Para além do trabalho realizado no âmbito do curso de Física da UTFPR, faz-se necessária a aproximação dos estudantes de nível médio à realidade desenvolvida na universidade. Portanto, é fundamental que sejam desenvolvidas metodologias de aplicação desses vídeos por professor em atividade. Com isso, o projeto de pesquisa ganha contornos mais realistas e passa a dialogar com o universo do ensino que pretende afetar, sendo, também, afetado por ele. Esta relação dialética só passa a acontecer quando o material é divulgado, testado, avaliado e modificado por conta daquilo que se passa na sala de aula.

A seguir, são apresentadas as sequências didáticas a partir da aplicação dos vídeos e os materiais associados a elas, com potencial de uso em aulas de FMC para o ensino médio, bem como o roteiro de visitas aos laboratórios do ensino superior. Pretende-se que os materiais aqui divulgados sejam tomados como apoio para aulas reais e também que sirvam como modelo e fonte de inspiração para a elaboração de outras ações semelhantes.

REFERÊNCIAS

VILCHES, A.; GIL-PÉREZ, D. Aprender, ensinar, aprender... Um desafio coletivo de formação e ação permanentes. In: Cachapuz, A. F.; de Carvalho, A. M. P.; Gil-Pérez, D. (orgs.). O ensino das ciências como compromisso científico e social: os caminhos que percorremos, São Paulo: Cortez, 2012.

CONCEIÇÃO, S. A. H. Portal de divulgação científica ciência curiosa: um estudo de caso. Dissertação (Mestrado em Formação Científica, Educacional e Tecnológica), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2014. Disponível em: <<http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/1029>>. Acesso em 29 de junho de 2016.

GOOGLE, 2014. Disponível em: <<https://support.google.com/youtube/answer/2797468?hl=pt-BR>>. Acesso em: 10 de Junho de 2017.

MACÊDO, J. A.; PEDROSO, L. S.; VOELZKE, M. R.; ARAÚJO, M. S. T. Levantamento das abordagens e tendências dos trabalhos sobre as Tecnologias de Informação e Comunicação apresentados no XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física. Caderno Catarinense de Ensino de Física, v. 31, n. 1, p. 167-197, 2014.

MENEZES, L. C. Ensino de Física: reforma ou revolução? In: André Ferrer P. Martins (org.). Física ainda é cultura? Editora Livraria da Física, São Paulo, 2009.

MOREIRA, M. A.; NARDI, R. O mestrado profissional na área de Ensino de Ciências e Matemática: alguns esclarecimentos. Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia, n. 3, set./dez. 2009.

SBF (2005). Física para o Brasil: Pensando o Futuro. Alaor Chaves e Ronald C. Shellard, editores científicos, Sociedade Brasileira de Física, São Paulo. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/v1/arquivos_diversos/publicacoes/FisicaBrasil_Dez05.pdf>. Acesso em: 20 de Junho de 2017.

UNESCO, 2011. A Basic Guide to Open Educational Resources. Paris, França, 2011. Disponível em: <<http://www.col.org/PublicationDocuments/Basic-Guide-To-OER.pdf>>. Acesso em: 20 de Junho de 2017.

Aula 1 — LINHAS ESPECTRAIS

Tempo: 100 minutos

Objetivo geral:

⇒ Compreender como o estudo das estruturas atômicas e as transições eletrônicas podem emitir ou absorver fótons.

Objetivos específicos:

⇒ Explicar a formação dos espectros de absorção e emissão para os átomos a partir das transições eletrônicas;

⇒ Reconhecer os tipos de emissão como contínua ou descontínua;

⇒ Descrever a estrutura do átomo segundo o modelo de Rutherford-Bohr e as transições eletrônicas responsáveis pelo fenômeno da espectroscopia.

Material:

⇒ Projetor ou sala de vídeo

⇒ Material de pesquisa e apoio

Introdução

Espectroscopia é o estudo associado a fenômenos de absorção ou emissão de ondas eletromagnéticas, seja através de produção ou análise de tais espectros.

A partir da interpretação do átomo de Rutherford-Bohr e das contribuições de Planck é possível concluir que os elétrons de um átomo podem sofrer transições, e que tais mudanças diante dos níveis ener-

géticos de um átomo podem ocorrer graças à absorção ou liberação de quantidades de energia muito específicas. Cada ‘pacote de energia’ que pode ser absorvida ou liberada por um elétron é chamada de fóton. Os fótons são distinguidos por suas frequências. Um conjunto de fótons distintos formam as chamadas linhas espectrais.

Encaminhamentos

Pode ser solicitada uma pesquisa/leitura prévia sobre a evolução dos modelos atômicos e sobre as experiências da espectroscopia.

A introdução da aula poderá ser feita através da apresentação dos principais modelos atômicos conhecidos, conforme documento ([anexo 01](#)). O objetivo é subsidiar uma discussão abordando os questionamentos levantados pelos alunos sobre o tema de Evolução dos Modelos Atômicos e o comportamento das partículas constituintes do átomo em sua estrutura. Um desta-

que especial pode ser dado ao fato de que a evolução dos átomos é um processo científico lento e que depende de construções anteriores.

Ao final da apresentação, separe grupos com, no máximo, 5 alunos e assistam o vídeo “Laboratório de Física Moderna - Lâmpadas espectrais e decomposição da luz” disponível no endereço eletrônico <https://www.youtube.com/watch?v=mirIcqCEceM>. Oriente os grupos a registrarem termos desconhecidos no decorrer da apresentação do experimento.

Durante a apresentação do vídeo, é possível fazer interferências para observar a montagem experimental e destacar a importância do manejo adequado do aparato utilizado.

Reforce com os estudantes a importância dos materiais adequados para a realização dos experimentos e comente sobre os instrumentos que eles não conhecem e aparecem no experimento.

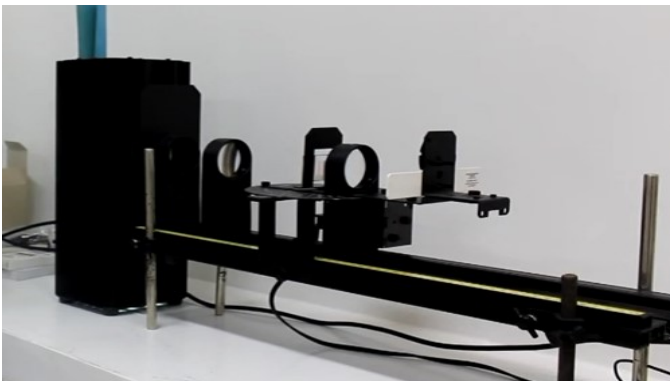


Imagem 1.1 — Enfatize a montagem experimental, destacando os aparatos utilizados no experimento, como o uso de lentes ou redes de difração.

Ao término do vídeo, peça para que os grupos de alunos apresentem, ao menos três, questões sobre o vídeo. Dê tempo para que discutam e retome os tópicos para fechamento.



Imagem 1.2 — Ocorrência do fenômeno do espectro de emissão para a lâmpada de mercúrio, mostrando as cores de linhas emitidas.

Outro ponto relevante, que merece destaque que aparece no vídeo, são as diferentes configurações espectrais de diferentes materiais (gases).

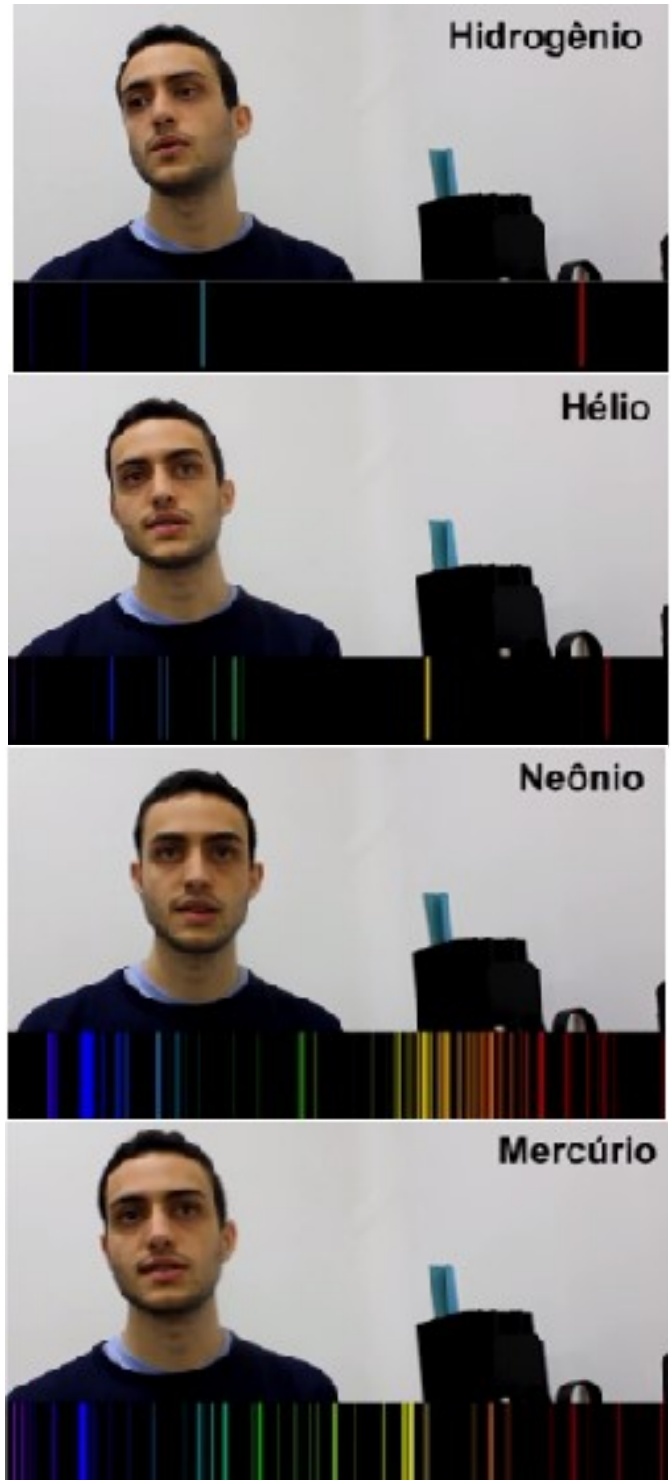


Imagem 1.3 — Destaque para as diferentes configurações de linhas espectrais possíveis quando utilizados diferentes gases nas lâmpadas do experimento.

Aula 2 — EXPERIMENTO DE MILLIKAN

Tempo: 100 minutos

Material:

- ⇒ Laboratório de Informática
- ⇒ Projetor

Objetivo geral:

⇒ Compreender a importância da descoberta associada à carga elétrica do elétron a partir de sua interação com um campo elétrico.

Objetivos específicos:

- ⇒ Explicar o movimento das partículas carregadas quando numa região onde haja campo elétrico;
- ⇒ Reconhecer a importância científico-tecnológica da obtenção do valor numérico da carga elementar

Introdução

O elétron era o principal objeto de estudo para a Ciência no fim século XIX e início do século XX, que após ser descoberto por J. J. Thomson rendeu a ele o prêmio Nobel em 1906, pelas conclusões sobre a relação carga-massa do elétron.

Apesar de J.J. Thomson estabelecer uma relação tão importante, ele não conseguiu desvincular as duas grandezas. Assim, o experimento de Millikan tornou-se ainda

mais notório pela precisão associada ao valor da carga elétrica do elétron.

O experimento consiste na aplicação de uma diferença de potencial entre placas de um capacitor, onde algumas gotas de óleo ionizadas podem ser atraídas pelas placas e o tempo de descida ou subida das gotas podem ser medidas a partir da observação através de uma lente.

Encaminhamentos

No laboratório de informática, cada aluno, deve assistir ao vídeo “O experimento das gotas de óleo de Millikan”, disponível no endereço eletrônico <https://www.youtube.com/watch?v=Fk_ZQQsAkSo>.

Durante o acompanhamento do vídeo, os alunos devem ser orientados para que façam anotações sobre os tópicos mais pertinentes do vídeo, estruturando suas informações e/ou dúvidas em sistema de tópicos.

O foco das anotações deverá estar no contexto histórico, em conceitos físicos envolvidos e em possíveis aplicações tecnológicas associadas a este estudo. Seria importante que os alunos elaborassem pesquisas complementares sobre o tema, usando sites da internet. Esta etapa da atividade tem duração prevista de 50 minutos.

Enquanto os alunos realizam suas pesquisas e fazem o levantamento de suas dúvidas, o professor atua entre eles, sanando seus questionamentos e indicando pes-

quisas que possibilitem tem o enriquecimento do trabalho desenvolvido. É importante que o professor assuma o papel de mediador, trabalhando com a orientação de dúvidas específicas dos alunos.

Com os discentes, retome trechos do vídeo que enfatizam a montagem experimental e o foco de observação do experimento, conforme indicado nas imagens a seguir.

Outro aspecto importante para ser retomado com os alunos, é a análise das forças que atuam em cada gota. Saliente que a análise desse comportamento deduz a equação para o cálculo da carga elétrica da gota.

No segundo momento da aula, em sala, os alunos devem ser separados em grupos de, no máximo, 5 alunos. Reunidos com seus grupos, devem elaborar uma ficha resumo (anexo 02), debatendo com seu grupo as coisas mais pertinentes a se relatar no documento.

Ao final da aula, os grupos devem se posicionar quanto à relevância do experimento de Millikan e as implicações para a Sociedade e a Ciência na atualidade.

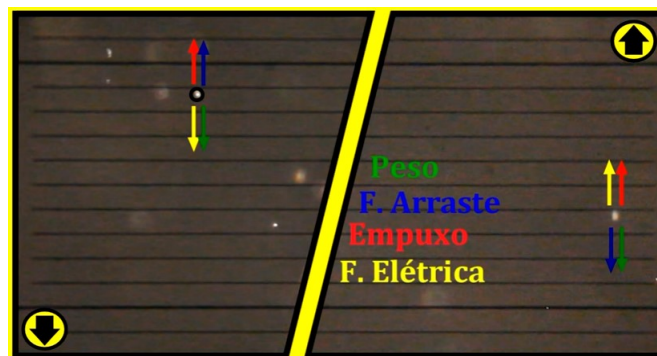


Imagem 2.2 — Detalhe para as gotas de óleo analisadas durante o experimento.

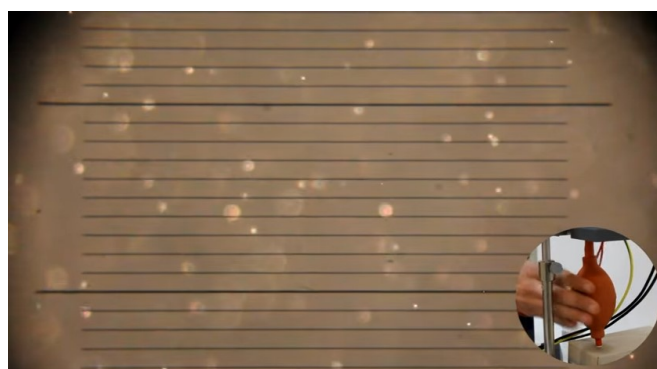


Imagem 2.3 — Análise das forças que atuam sobre as gotas de óleo durante o experimento.

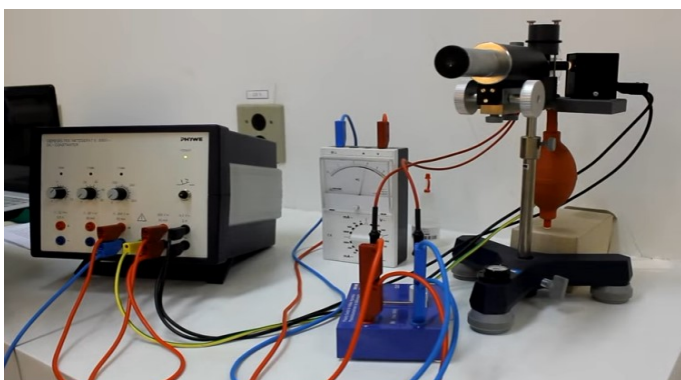


Imagem 2.1 — Equipamentos utilizados na montagem do Experimento de Millikan.

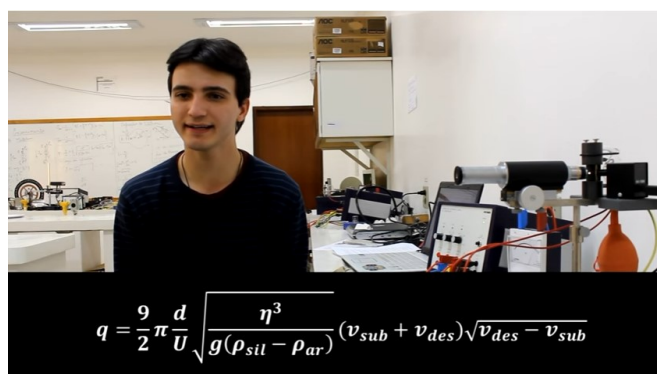


Imagem 2.4 — Atenção para os termos presentes na equação apresentada no vídeo.

Aula 3 — EFEITO FOTOELÉTRICO

Tempo: 100 minutos

Objetivo geral:

⇒ Relacionar a interação entre o fóton e o elétron, compreendendo o contexto histórico e científico para o desenvolvimento de tal teoria.

Objetivos específicos:

⇒ Compreender o fenômeno fotoelétrico como precursor do desenvolvimento tecnológico do mundo atual;

⇒ Associar o efeito fotoelétrico com a teoria da dualidade onda-partícula.

Material:

- ⇒ Projetor ou sala de vídeo
- ⇒ Material de pesquisa e apoio
- ⇒ Laboratório de informática

Introdução

O Efeito Fotoelétrico é um fenômeno no qual uma radiação eletromagnética, por exemplo a luz, ao atingir uma superfície, geralmente metálica, ejeta elétrons. Os fatores importantes para a ocorrência do efeito fotoelétrico, tais como:

- i) A frequência da radiação eletromagnética deve ter um valor mínimo, chamada de frequência de corte;
- ii) Diferentes metais produzem fotoelétrons a partir de diferentes frequências de corte.
- iii) A emissão de elétrons aumenta com o aumento da intensidade de radiação eletromagnética incidente sobre a placa metálica.
- iv) A energia dos elétrons ejetados depende da radiação eletromagnética que incide sobre a placa de metal.

Encaminhamentos

Inicialmente, pode ser feita uma breve introdução sobre o contexto histórico e a comprovação do Efeito Fotoelétrico. É necessário destacar a importância do fenômeno e as implicações tecnológicas que tiveram sobre nossa sociedade.

Para descrever o fenômeno é possível utilizar passagens do vídeo “Experimento do Efeito Fotoelétrico” que se encontrar disponível no endereço eletrônico https://www.youtube.com/watch?v=_vBBpcJofj0.

Através das imagens do vídeo é possível uma melhor compreensão sobre a montagem experimental, os equipamentos e a finalidade do experimento.

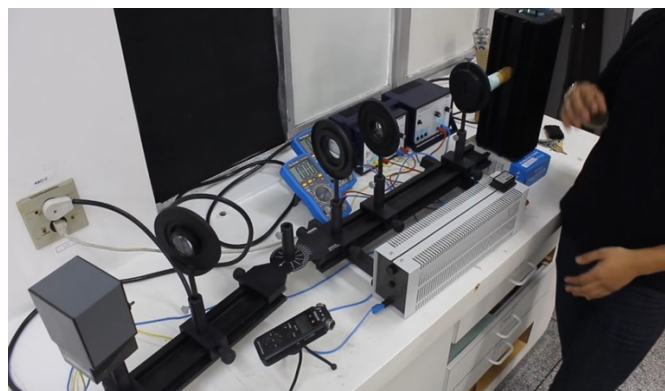
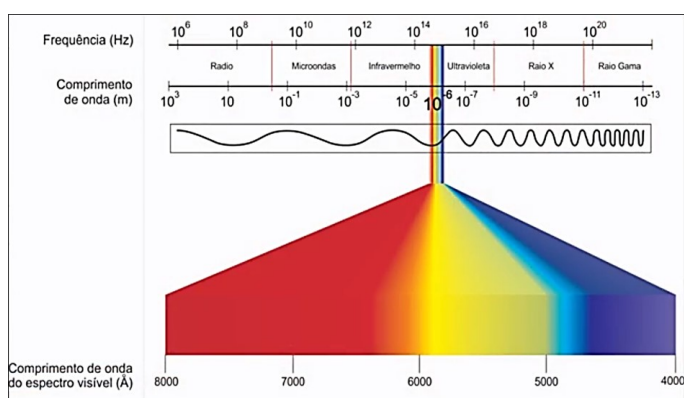


Imagem 3.1 — Montagem experimental do Efeito Fotoelétrico, disponível no vídeo indicado.

É de fundamental importância que os alunos percebam que um experimento científico exige aparatos específicos e métodos para sua realização.

Reforce, com os alunos, as características do espectro luminoso e as diferenças em função da frequência, comprimento de onda e energia de cada fóton.



Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=_vBBpcjofj0>
Acesso em: 30 maio 2017.

Imagem 3.2 — Espectro luminoso, suas frequências e comprimentos de onda.

Relacione as sobre o espectro luminoso com a equação do efeito fotoelétrico, identificando cada parte da equação.

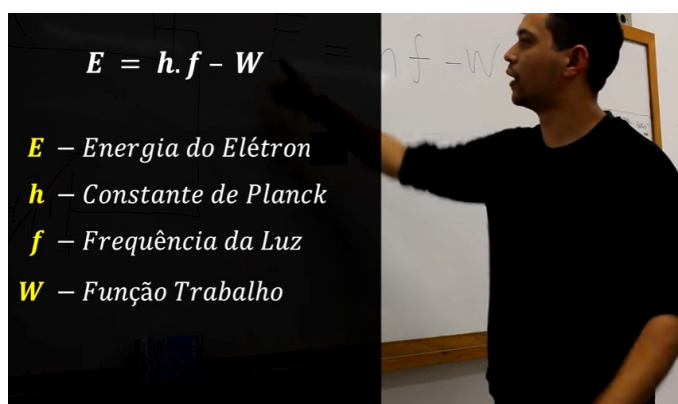


Imagem 3.3 — Equação para o Efeito Fotoelétrico conforme apresentado no vídeo do experimento.

Evidencie trechos do vídeo que mostram o aparato em funcionamento. Aponte a separação da luz através da rede de difração e as cores do espectro que são direcionados para as placas captadoras de luz.

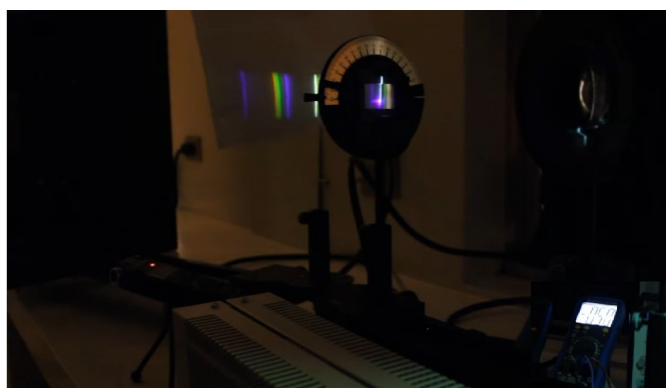


Imagem 3.4 — Espectro de emissão da lâmpada de mercúrio.

Ao fim da exposição sobre o experimento do efeito fotoelétrico, os alunos podem ser encaminhados ao laboratório de informática para que possam explorar o simulador sobre o experimento, que se encontra disponível no link <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/photoelectric>.

Separando os alunos em duplas, distribua o roteiro para utilização do simulador (anexo 03) para que acessando o simulador, respondam as questões propostas sobre o fenômeno.

As correções e uma demonstração do professor sobre o uso do simulador devem ser retomadas em outro momento.

ROTEIRO - Simulador do Efeito Fotoelétrico

Acesse o link:

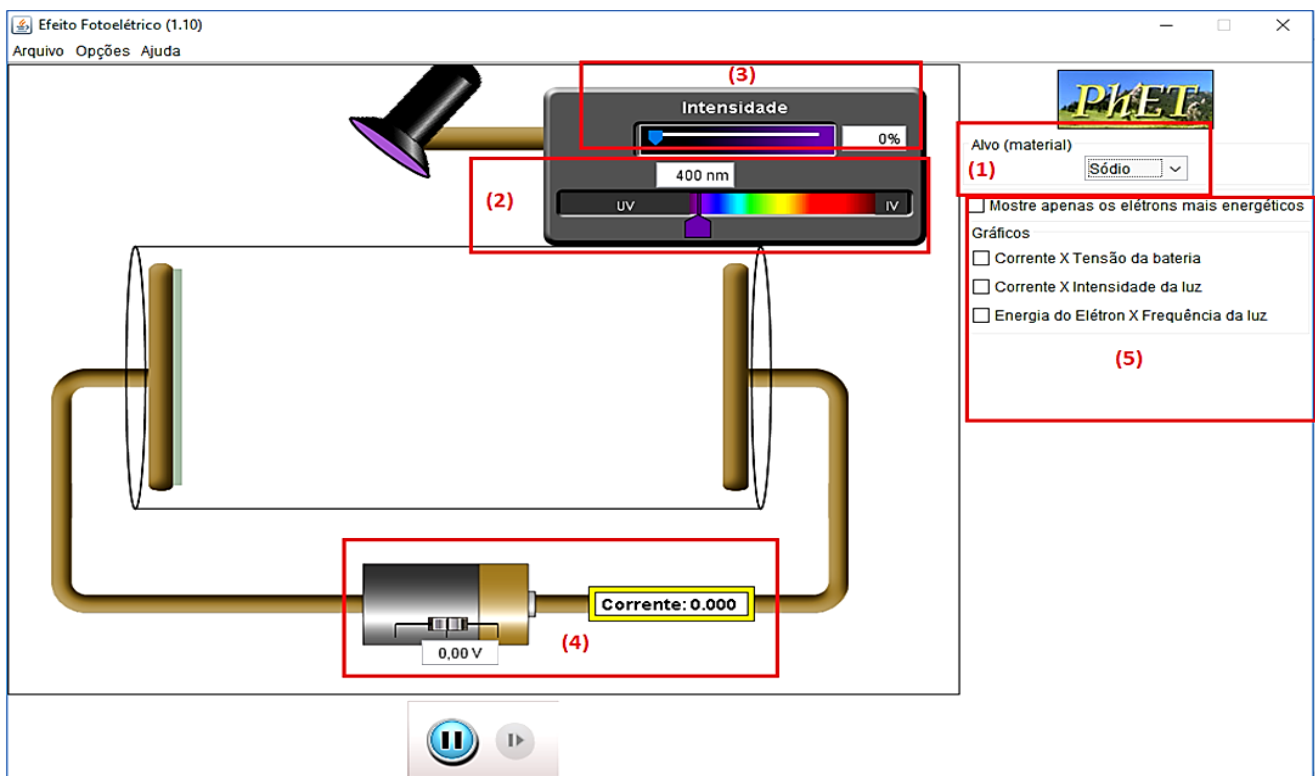
<https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/p-hotoelectric>

⇒Certifique-se de que os computadores do laboratório tem acesso ao JAVA.

Instruções:

Para realizar a simulação você terá que ajustar os seguintes parâmetros:

- 1) Alvo (material): Define o material da placa metálica a ser utilizada na simulação.
- 2) Comprimento da onda emitida em direção a placa metálica: é diferenciada pelas cores dos fótons emitidos.
- 3) Intensidade da luz: representa a quantidade de fótons (ou conjunto de fótons) que são emitidos pela lâmpada.
- 4) Diferença de potencial - ddp - (V): caracteriza a tensão ajustável entre as placas metálicas. Essa ddp altera a velocidade dos elétrons emitidos durante a simulação do efeito fotoelétrico. ($1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$)
- 5) Outras configurações possíveis para o simulador.



1. Escolha o material Sódio e em seguida selecione os comprimentos de onda previstos na tabela abaixo. Varie a intensidade luminosa conforme as sugestões e anote a palavra SIM se houver emissão de elétrons. Não esqueça de observar o marcador de corrente conectado à placa que recebe os elétrons e, em caso de ser diferente de zero, registre o valor ao invés da palavra SIM.

Comprimento de onda da luz		20%	40%	60%	80%	100%
nm	cor da luz					
820						
720						
610						
580						
520						
480						
430						
380						
300						

2. Com o aumento da intensidade da luz, houve aumento do sinal da corrente? Explique o fato baseando-se no modelo corpuscular da luz.

3. Repita o experimento e analise o que acontece com a velocidade dos elétrons com o aumento do comprimento de onda? Explique esse resultado usando o conceito de fóton.

4. Deixe o comprimento de onda em 400 nm e faça a simulação comparando diferentes valores de diferença de potencial. O que é possível observar a esse respeito? Faça um relato detalhado das observações.

5. Deixe a diferença de potencial em zero, e varie o material da placa.

a) Para cada um deles, encontre o valor mínimo do comprimento de onda em que não há emissão.

Zinco

Cobre

Platina

Cálcio

Magnésio

b) Para qual desses elementos é mais difícil arrancar um elétron? Qual o significado físico da grandeza associada a essa dificuldade?

c) Varie a diferença de potencial. Qual a influência causada sobre os elétrons que são arrancados da placa?

d) A mudança no valor da diferença de potencial altera o valor da corrente elétrica registrada no simulador? Comente suas observações

6. Pesquise na bibliografia a função trabalho e, com sua equipe, faça uma análise das variáveis relacionadas por ela.

7. A partir dos dados obtidos anteriormente para cada um dos metais, obtenha a função trabalho de cada um deles.

Zinco

Cobre

Platina

Cálcio

Magnésio

Saiba mais

Professor, para outras informações e sugestões de textos ou atividades, acesse:

https://lief.if.ufrgs.br/pub/cref/n25_Alvarenga/efeito_f.htm

<https://super.abril.com.br/ciencia/celula-fotovoltaica/>

<http://www.cienciaviva.pt/docs/celulafotovoltaica.pdf>

http://becn.ufabc.edu.br/guias/energia/resumo/EN_D3_N_03.pdf

ROTEIRO - Visita monitorada



Sugestão de visita monitorada

Objetivos:

- Realizar um estudo de meio que explore o potencial educativo de espaços de educação formais ou informais.
- Aproximar os estudantes do nível médio da realidade da pesquisa desenvolvida em ambiente universitário.

Ponto de partida

Escolher o espaço a ser visitado - para isso, entramos em contato com a universidade da nossa região. Após verificar se havia algum programa de visitas monitoradas ou atividades com estudantes de nível médio, contatamos o responsável pelo PPGFCET. No caso da realização da nossa visita monitorada, os laços estabelecidos no programa de mestrado profissional favoreceram os planejamentos. Caso não exista o programa de visita monitorada, procure o responsável pelos estágios docentes (pode ser um bom contato) e tenha sugestões para algumas horas de atividades.

Resolver os assuntos burocráticos - a direção e a equipe pedagógica da escola, estando cientes das intenções da visita são fundamentais para auxiliarem nos tramites legais para a aula de campo. Um modelo de autorização para saída de aula de campo está em anexo neste documento. Não esqueça de providenciar o transporte!

Estratégias

Organizando as ações, separamos em três momentos:

Antes da visita: A escolha das atividades foram preparadas com antecedência. Os estudantes foram preparados para a aula a partir da leitura de um texto sobre as atividades que seriam desenvolvidas. As regras dos laboratórios foram esclarecidas. Nosso planejamento prévio contou com dois momentos distintos: a aula no laboratório didático e a aula no laboratório de pesquisa. Para isso, elaboramos um cronograma com previsão de uma hora para cada etapa da atividade e, aproximadamente, quinze minutos de transição. Os experimentos escolhidos foram “Experimento de Millikan”, “Experimento de difração de elétrons” e o laboratório de pesquisa FotoNanoBio. É importante disponibilizar um período todo para a realização das atividades.

Durante a visita: Os alunos foram recepcionados por professores-pesquisadores da UTFPR e um técnico de laboratório. Foram alertados sobre as regras do espaço físico que visitariam e ouviram uma breve fala sobre a história da Universidade. Os alunos foram sepa-

rados em três grupos e, em esquema de rodízio, iniciaram as atividades onde cada grupo deveria estar numa etapa distinta para sua realização. Assim, os experimentos de Millikan e da difração de elétrons foram demonstrados no laboratório por estudantes da pós-graduação, com participação de um aluno de iniciação científica, da graduação. O objetivo essencial desta etapa era que os estudantes pudessem compreender o fenômeno descrito e manipulassem os aparatos experimentais. A apresentação dos experimentos teve como foco os fenômenos em si e suas aplicações. Enquanto dois grupos estavam manuseando os experimentos, o terceiro grupo visitava o laboratório FotoNanoBio, a fim de conhecer melhor o trabalho dos pesquisadores no contexto da universidade.

Depois da visita: Ao término da aula, os estudantes retornaram para a escola e uma retomada pode ser feita em sala de aula, com discussões sobre o que foi visto na visita. Algumas atividades como relato, resposta a questionários, mural de fotografias, podem ser solicitadas e expostas.

Sugestões de Atividades

Como resultado da realização da visita, você pode sugerir algumas atividades que são descritas a seguir:

Seminário:

Grupo reduzido investiga ou estuda intensamente um tema em uma ou mais sessões planejadas, recorrendo a diversas fontes originais de informação. É uma forma de discussão em grupo de ideias, sugestões, opiniões. Os membros não recebem informações já elaboradas, mas investigam com seus próprios meios em um clima de colaboração recíproca. (MAGELA, 2014)

Para realização da atividade de seminário, você pode escolher os temas tratados nos vídeos disponíveis no portal Ciência Curiosa, para que sirvam como ponto de partida para realização das pesquisas.

O seminário deve ser realizado por grupos pequenos, de 4 ou 5 integrantes, para que todos os participantes possam contribuir com as discussões acerca do tema a ser desenvolvido. Lembre-se que essa técnica de ensino é eficiente quando o desejo do professor é que todos os discentes alcancem uma concordância sobre determinado assunto. Para orientar os grupos você deve:

- a. planejar os objetivos e traçar as metas para os encaminhamentos da discussão, previamente.
- b. indicar sites, livros, revistas ou outros materiais que os estudantes possam utilizar como suporte para o desenvolvimento da pesquisa.
- c. designar os tópicos a serem contemplados pela pesquisa, como por exem-

plo: A pesquisa deve conter uma introdução, um contexto histórico, os aspectos físicos relevantes, a explicação de uma tecnologia que seja baseada no fenômeno desenvolvido, etc.

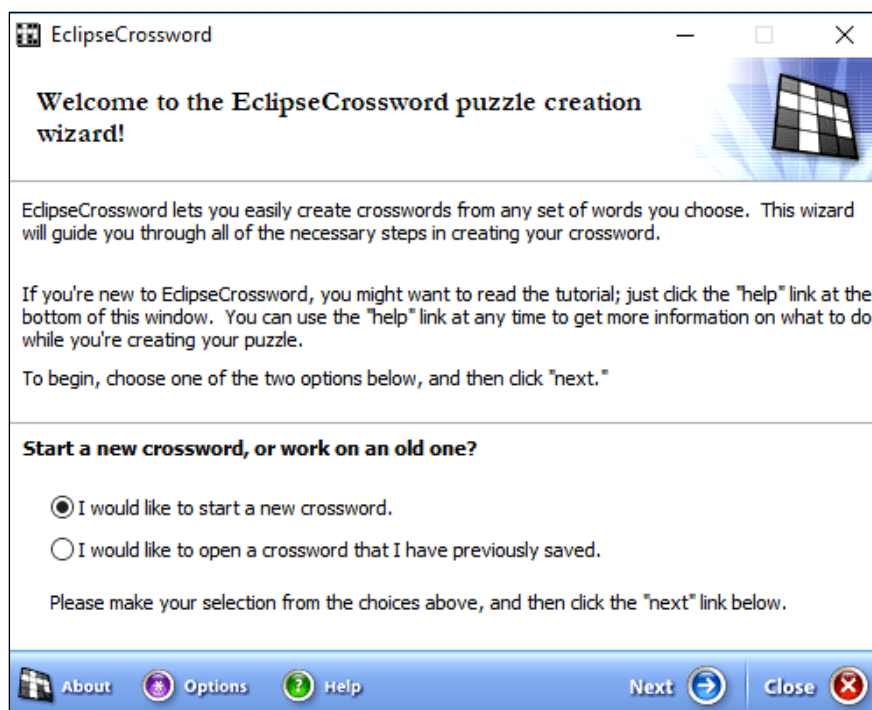
- d. concluir com uma apresentação do grupo, indicando tempo e recursos que os estudantes podem ou devem utilizar. Você deve dar suporte nas discussões que podem surgir depois da apresentação.

Cruzadinha:

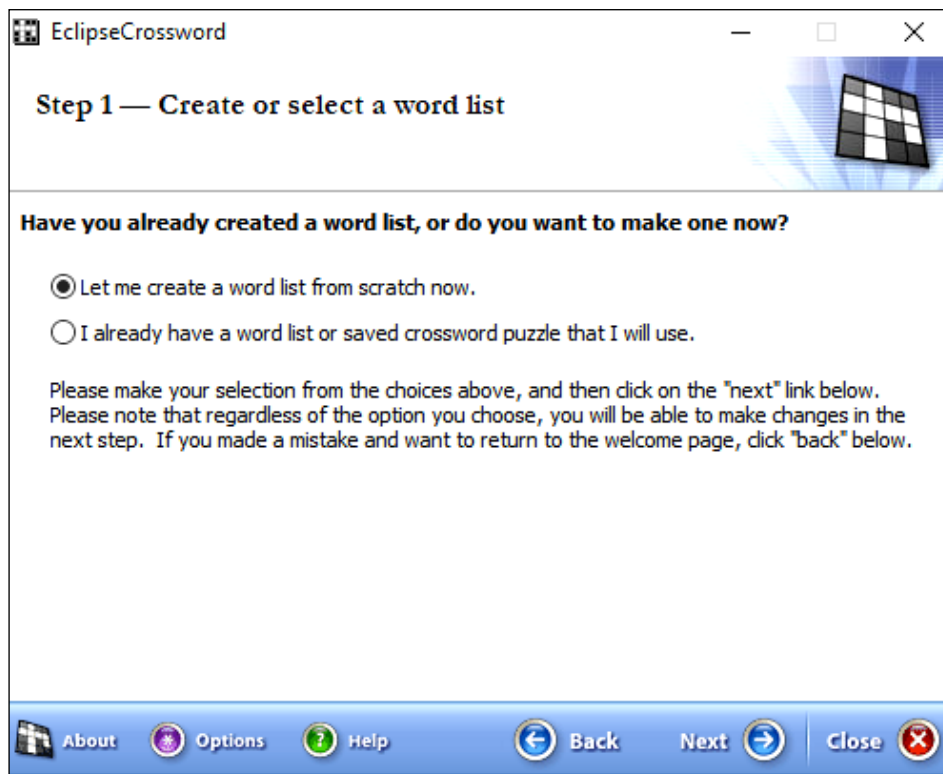
Atualmente, são propostas novas metodologias de levar aos alunos um ensino mais dinâmico e, nesse contexto, está inserida a utilização de atividades lúdicas. (BENEDETTI FILHO, E. *et al*, 2009, p.88)

as palavras cruzadas foram utilizadas com a função lúdica de despertar o interesse dos alunos, devido ao desafio que lhes impõem, e com funções didáticas diversas advindas das ações tomadas por estes para realizarem essa atividade lúdica. (BENEDETTI FILHO, E. *et al*, 2009, p. 89)

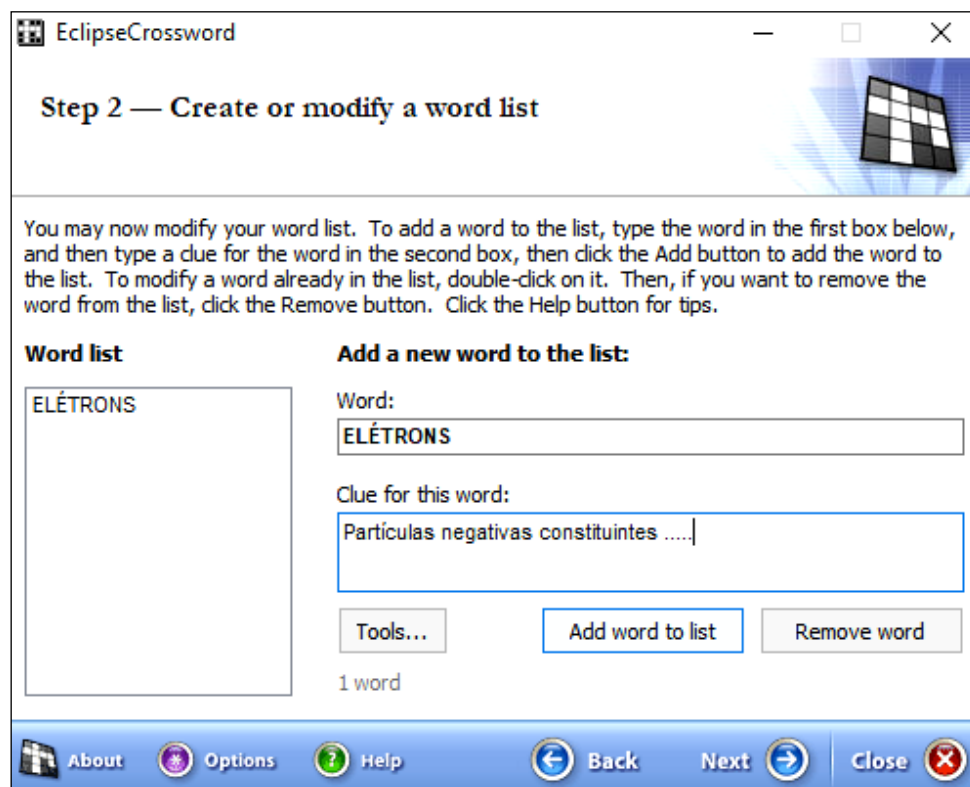
Algumas atividades lúdicas como a cruzadinha podem trazer o benefício do desafio e da curiosidade a respeito dos temas a serem desenvolvidos. Assim, para desenvolver uma palavra cruzada o professor pode utilizar o programa *Eclipse Crossword*, disponível o download através do link: <<http://www.eclipsecrossword.com/>>. Trata-se de uma ferramenta de ensino do Windows, de uso gratuito disponível para computadores. Para usar você deve fazer o *download* e aceitar as configurações. Em seguida, inicie a utilização do software e, na primeira página, selecione a primeira opção (Eu gostaria de começar uma nova palavra cruzada) conforme a imagem a seguir e clique em NEXT.



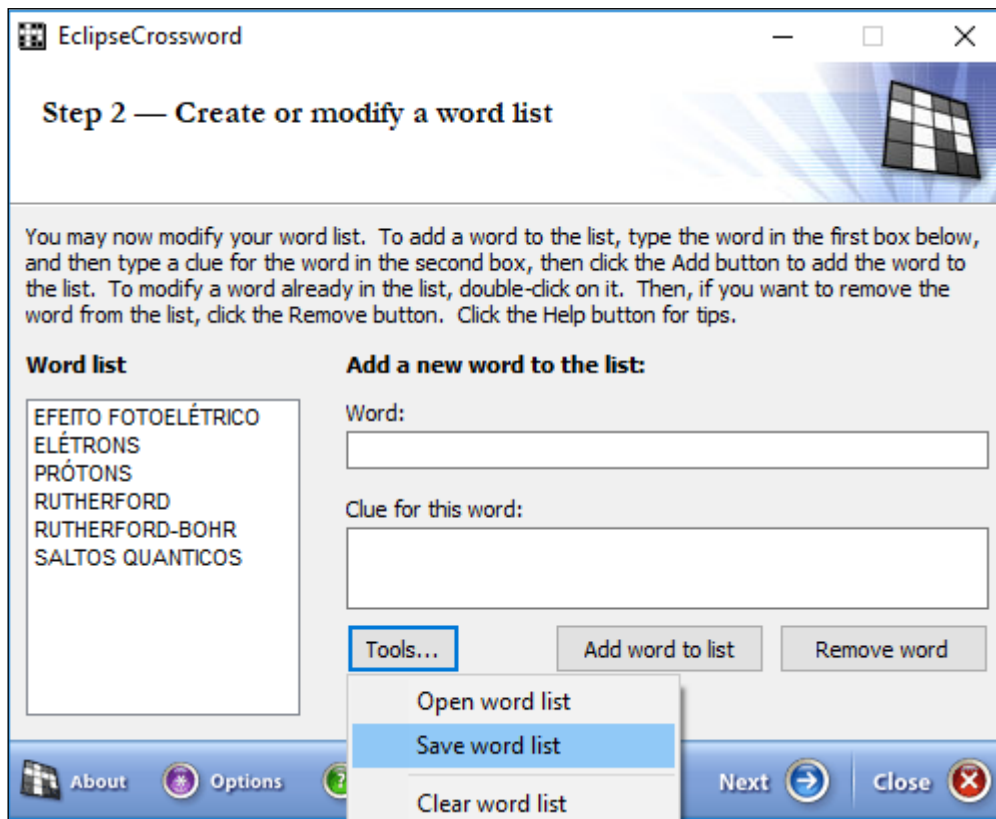
Na próxima página, selecione também a primeira opção (Criar uma lista de palavras agora) e clique em NEXT.



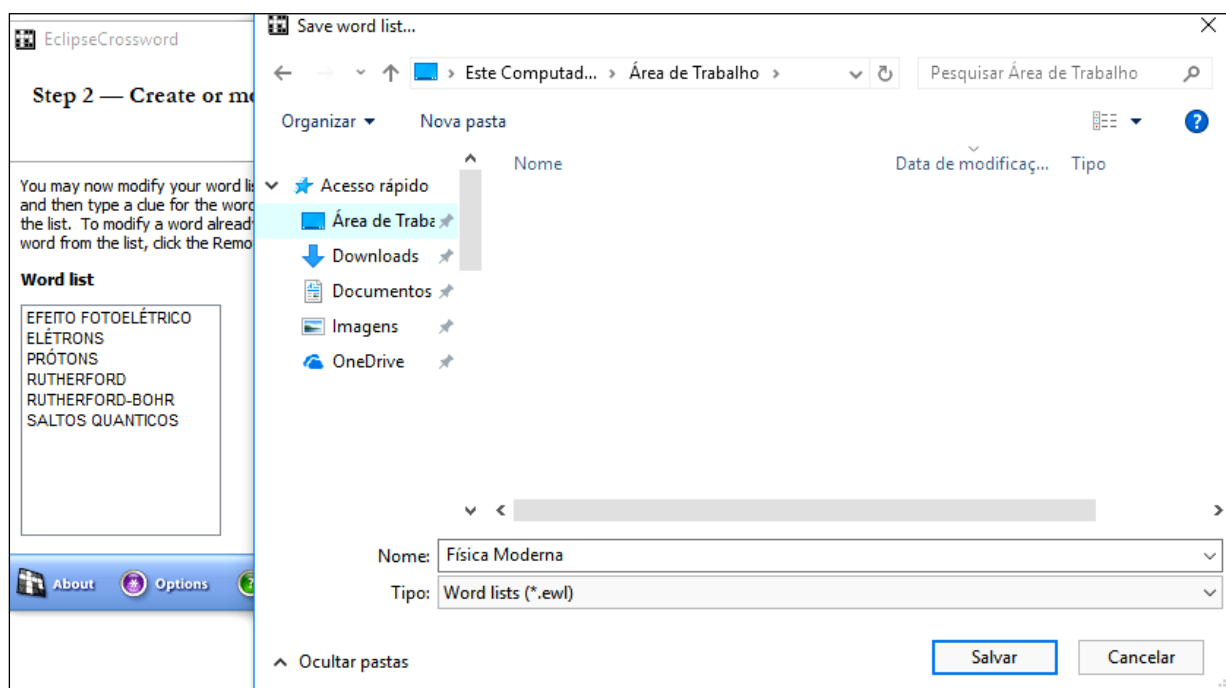
Na próxima página, no espaço "Word" você deve incluir as palavras que gostaria de ter na cruzadinha e no "Clue for this word" você deve inserir a dica para a palavra cruzada. Para incluir a palavra e a dica clique em "ADD WORD TO LIST". Veja o exemplo a seguir:



Após adicionar todas as palavras e dicas que gostaria que suas palavras cruzadas tivessem, clique em “Tools” e escolha a opção “SAVE WORD LIST”.



Selecione o destino para salvar suas palavras cruzadas e escolha um nome:



Clique em NEXT e escolha um nome para sua cruzadinha.

Step 4 — Name this crossword

What would you like to call this crossword puzzle?

You may give this crossword puzzle a name. This name will be printed along with the crossword and clues. If you do not want to name this crossword, leave the box below blank. After you are finished, click the "next" link below.

Name of this crossword:

Would you like to put your name on this puzzle?

This section is optional. If you want, you can add your name to the puzzle, and your name will be shown with the printed puzzle and web pages you save. You can also add copyright date information to the puzzle for your reference, but it will not be printed.

Your name:

Copyright information:

Na próxima página você deve escolher o tamanho da cruzadinha. Clique em NEXT para continuar.

Step 5 — Define crossword size

How big would you like the puzzle to be?

You may choose how large the generated crossword puzzle should be. Type the maximum width and height of the crossword puzzle in the boxes below. (The resulting puzzle may be smaller than this size, but never larger.)

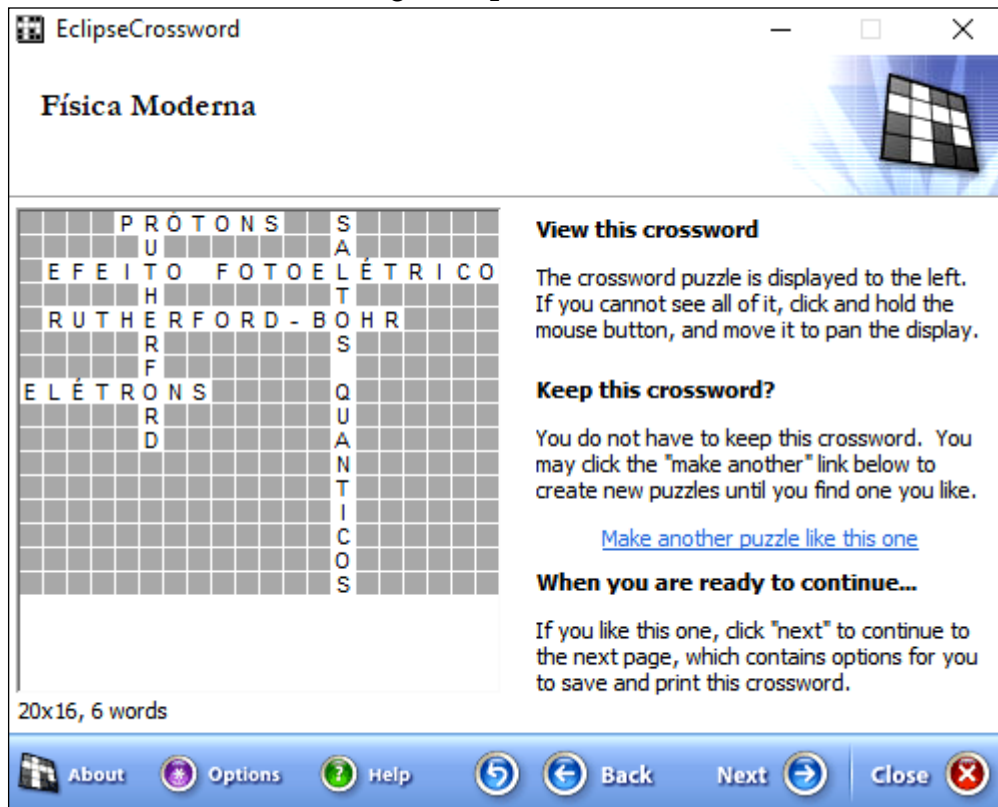
This crossword puzzle must be at least 19 letters square.

I want the crossword puzzle to be letters wide, by
 letters tall.

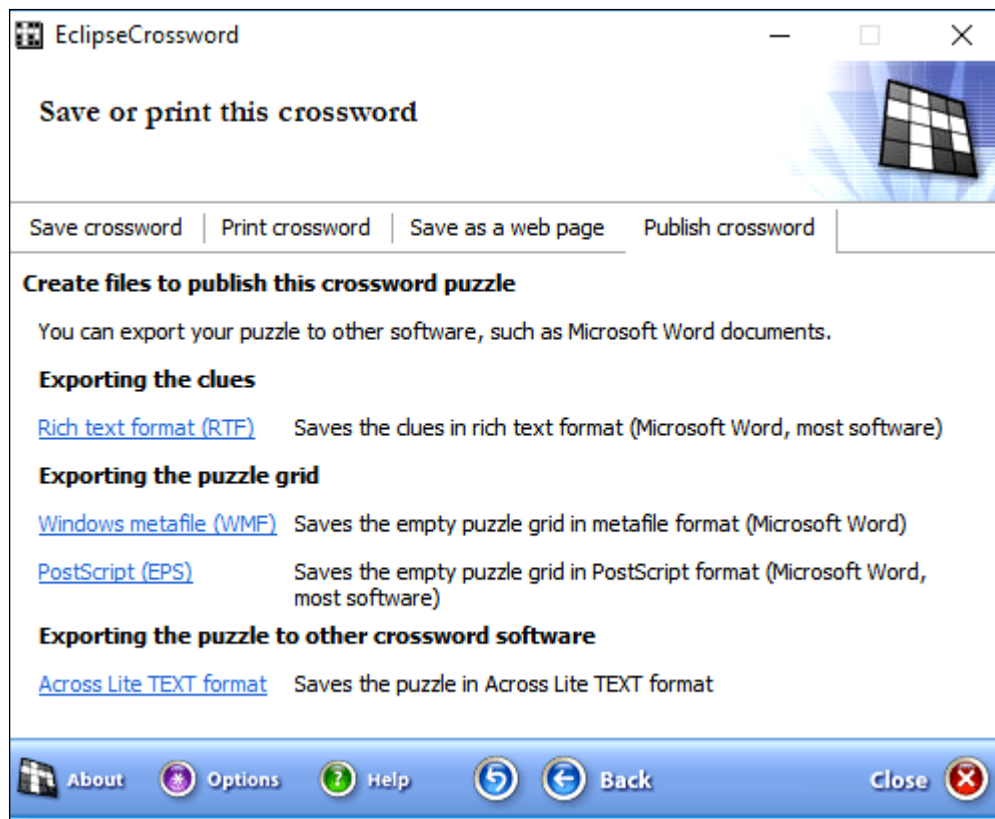
Once you are satisfied, click the "next" link below.

A seguir, selecione a melhor configuração para suas palavras cruzadas. Para mudar as opções clique em MAKE ANOTHER PUZZLE LIKE THIS ONE.

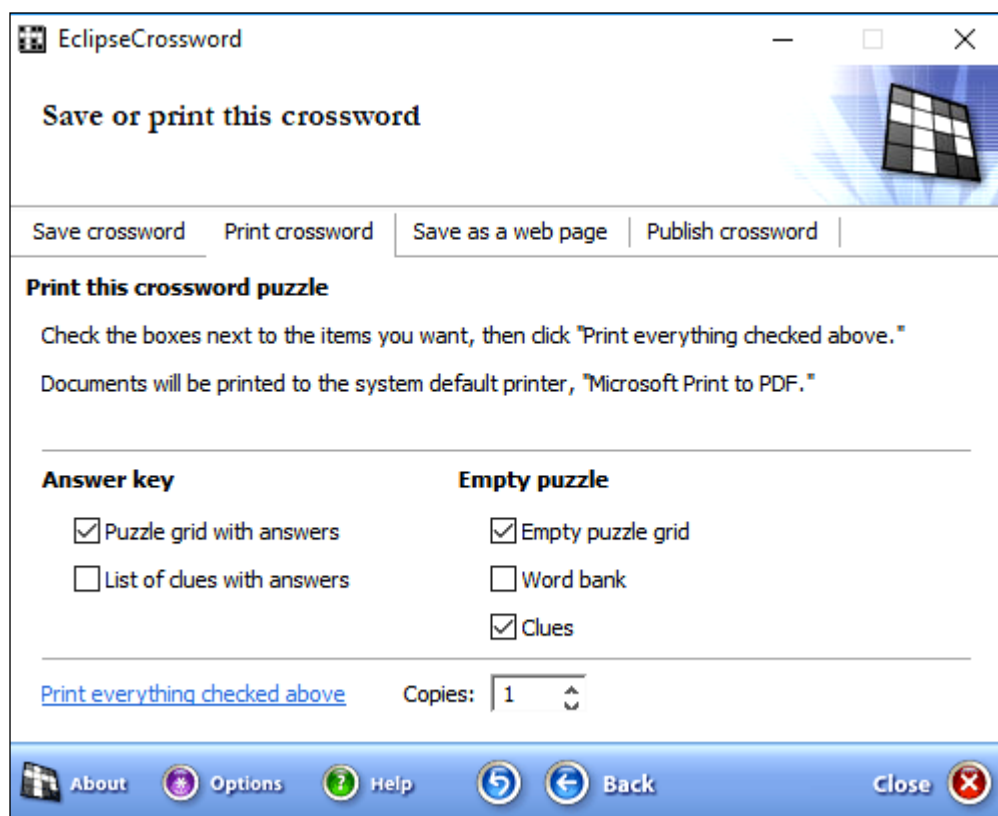
Após escolher o melhor design, clique em NEXT



Você pode exportar suas palavras cruzadas como texto ou imagem clicando em PUBLISH CROSSWORD.



Para imprimir direto clique em PRINT CROSSWORD.



A versão finalizada da cruzadinha, fica como o exemplo a seguir.

Física Moderna

EclipseCrossword.com

Word bank

EFEITO FOTOELÉTRICO ELÉTRONS PRÓTONS RUTHERFORD RUTHERFORD-BOHR SALTOS QUANTICOS

Across

1. Partículas positivas
4. Constatação realizada por teoria de Albert Einstein
5. Modelo atômico mais...
6. Partículas negativas constituintes ...

Down

2. Físico Britânico
3. Fenômeno quântico...

