



UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DE ENSINO PARA TÓPICOS DE FÍSICA MODERNA NO ENSINO MÉDIO

Elismar Gonçalves da Silva¹
Marta João Francisco Silva Souza², Rosimeyre Gomes da Silva Merib³,
Patrícia Gomes de Souza Freitas⁴

¹IFG-Câmpus Jataí / elisgonsilva@yahoo.com.br/Bolsista FAPEG

²IFG-Câmpus Jataí / martajfss@gmail.com

³IFG-Câmpus Jataí / prof.rosi@yahoo.com.br/Bolsista IFG

⁴IFG-Câmpus Jataí / casa.21@terra.com.br/Bolsista FAPEG

Resumo:

Este trabalho dedica-se a descrever uma sequência de ensino que integra uma dissertação de mestrado em desenvolvimento junto ao Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - IFG - Câmpus Jataí. A sequência, planejada para abordar tópicos de Física Moderna (FM) numa turma de terceira série do ensino médio de uma escola pública do município de Amorinópolis/GO, encontra-se fundamentada na perspectiva do ensino por investigação. O objetivo da sequência foi fomentar o desenvolvimento de habilidades que indiquem estar em processo a Alfabetização Científica (AC) dos estudantes, tais como: levantar hipóteses, testar hipóteses, organizar dados, explicar e justificar fenômenos, prever situações e raciocinar com lógica. Os resultados revelaram que, ao longo da implementação da sequência de ensino, esta foi capaz de proporcionar um ambiente de interações, de troca de ideias, de pesquisa em busca de respostas, de explicações, de levantamento de hipóteses, de respeito, de interesse pela Ciência e de atitudes coerentes com os pressupostos do ensino por investigação e da AC.

Palavras-chave: Sequência de ensino. Física Moderna. Alfabetização Científica.

Introdução

A inserção da Física Moderna e Contemporânea (FMC) no ensino médio vem sendo intensamente debatida entre pesquisadores da área de Educação em Ciências. No final do século XX, autores como Terrazan (1992), Valadares e Moreira (1998) e Ostermann e Moreira (2000) apresentaram em seus trabalhos de pesquisa as principais justificativas para tal inserção.

Para Terrazan (1992), os conteúdos de FMC influenciam na compreensão do mundo criado pelo homem atual, contribuindo para a formação de cidadãos capazes de intervir no meio em que vivem, justificando assim a importância de se pensar formas para a inserção da temática no ensino médio.

Nessa perspectiva, Valadares e Moreira (1998) consideram que a FM apresenta os fundamentos da tecnologia atual, presente na vida dos jovens estudantes, e complementam:

“Daí a importância de se introduzir conceitos básicos de Física Moderna e, em especial, de se fazer uma ponte entre a física da sala de aula e a física do cotidiano (VALADARES; MOREIRA, 1998, p. 121).

Ostermann e Moreira (2000), em uma revisão bibliográfica, verificaram a presença de justificativas voltadas para a necessidade de atualização curricular, para a conexão do estudante com sua própria história, para despertar o interesse pela Ciência, para a compreensão da Ciência como construção humana, dentre outras. E concluem seus estudos dizendo:

Parece que há muitas justificativas em favor da atualização curricular e até uma bibliografia que apresenta (não tão aridamente como a literatura especializada) temas modernos. Entretanto, colocar todas estas reflexões na prática da sala de aula é ainda um desafio. Outra questão desafiadora é a escolha de quais tópicos de FMC deveriam ser ensinados nas escolas ou, o que dá no mesmo, de quais temas de FMC deveriam ser objeto de especial atenção na formação de professores de Física com vistas a uma adequada transposição didática para o ensino médio (OSTERMANN; MOREIRA, 2000, p. 43).

Documentos oficiais também tratam da importância da inserção de tópicos de FM na educação básica. Segundo a Lei de Diretrizes e Bases da educação nacional (LDB), no Art. 35-A, § 8º, inciso I, ao terminar o ensino médio, o educando deverá dominar princípios científicos e tecnológicos que dizem respeito à produção moderna (BRASIL, 1996). Nota-se nesse trecho uma inferência à importância da inserção de tópicos de FM no ensino médio.

Considerando o contexto do ensino de Física, o governo federal por meio dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) trouxe uma proposta que tem como objetivo oferecer condições para que os estudantes desenvolvam uma visão atualizada do mundo que os cercam, pois considera que:

As novas tecnologias de comunicação e da informação permeiam o cotidiano independente do espaço físico, e criam necessidades de vida e convivência que precisam ser analisadas no espaço escolar. A televisão, o rádio, a informática, entre outras, fizeram com que os homens se aproximassem por imagens e sons de mundos antes inimagináveis (BRASIL, 1999, p. 132).

As Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN+ – complementam essa ideia de um ensino de Física que faça sentido para os estudantes, que considere as tecnologias presentes na sociedade defendendo um ensino voltado para a

formação de cidadãos conscientes e capazes de compreender, intervir e participar do meio em que vivem (BRASIL, 2002). Esse documento faz alusão à importância da inserção de tópicos de FM para tal formação, afirmando que:

Alguns aspectos da chamada Física Moderna serão indispensáveis para permitir aos jovens adquirir uma compreensão mais abrangente sobre como se constitui a matéria, de forma que tenham contato com diferentes e novos materiais, cristais líquidos e lasers, presentes nos utensílios tecnológicos, ou com o desenvolvimento da eletrônica, dos circuitos integrados e dos microprocessadores. A compreensão dos modelos para a constituição da matéria deve, ainda, incluir as interações no núcleo dos átomos e os modelos que a ciência hoje propõe para um mundo povoado de partículas (BRASIL, 2002, p. 70).

Sabemos que as dificuldades encontradas por professores para a inserção de tópicos de FMC em sala de aula são muitas. Pesquisadores como Machado e Nardi (2003), Silva e Almeida (2011) apontam a questão da falta de preparo dos professores como um dos obstáculos à inserção da FMC no ensino médio, e acrescentam ao rol de dificuldades a necessidade de se propor metodologias que relacionem os conteúdos a situações cotidianas e ao mundo tecnológico, para uma efetiva abordagem dos tópicos em questão.

Motivadas pelo desejo de contribuir para o ensino de FM no ensino médio, propomos uma sequência de ensino estruturada em oito encontros com o intuito de abordar tópicos de FM a partir do estudo sobre a evolução dos modelos atômicos. A sequência foi desenvolvida e fundamentada no ensino por investigação proposto por Carvalho (2011, 2013) e utilizou-se de algumas atividades investigativas, leitura de textos, história da ciência, simulação computacional. Visou fomentar o desenvolvimento de habilidades que indiquem estar em processo a AC, aqui entendida como o processo que conduz os estudantes a se valer da Ciência na resolução de problemas e na tomada de decisões em situações cotidianas (SASSERON; MACHADO, 2017). Habilidades tais como: levantar hipóteses, testar hipóteses, organizar dados, explicar e justificar fenômenos, prever situações e raciocinar com lógica.

As atividades investigativas

Uma vez que estamos nos reportando ao ensino de Ciências, em especial ao ensino de Física, a prática pedagógica nesse processo precisa ir além da transmissão de conhecimento.

Azevedo (2004) enfatiza a importância das atividades investigativas no ensino de Física, uma vez que têm o potencial de desenvolver habilidades como pensar, dialogar,

justificar ideias, argumentar e aplicar os conhecimentos em situações diversas. Assim, essas atividades devem apresentar características próprias da investigação.

Para que uma atividade possa ser considerada uma atividade de investigação, a ação do aluno não deve se limitar apenas ao trabalho de manipulação ou observação, ela deve também conter características de um trabalho científico: o aluno deve refletir, discutir, explicar, relatar, o que dará ao seu trabalho características de uma investigação científica (AZEVEDO, 2004, p. 21).

Tais habilidades estão diretamente relacionadas ao que propõe Carvalho (2011) sobre os aspectos cruciais a serem considerados ao se planejar as atividades estruturantes das chamadas Sequências de Ensino Investigativas (SEI). A autora buscou nos ideais construtivistas suporte para pensar atividades de ensino de Ciências que não se limitassem à aprendizagem de conceitos científicos, mas que, simultaneamente, promovessem o desenvolvimento de habilidades para a atuação consciente e racional, para além do ambiente escolar.

Partindo das ideias de Piaget e de outros pesquisadores sobre como o conhecimento científico é produzido na esfera do “saber fazer”, em intrínseca relação com o “compreender”, Carvalho (2011) salienta ser de fundamental importância considerar alguns pontos na elaboração das atividades que compõem a SEI. São eles: iniciar a construção do conhecimento por meio de um problema, levar o estudante da ação manipulativa para a intelectual, promover a tomada de consciência das ações e proporcionar momentos para as explicações científicas.

Entendemos que esses pontos são cruciais para desenvolver habilidades como observar, manipular, questionar, testar hipóteses, sistematizar ideias, dentre outras. Isso significa que as atividades investigativas, elaboradas considerando tais pontos, precisam estar centradas no aluno.

A partir dos pontos elencados, Carvalho (2013) propõe o desenvolvimento da SEI seguindo as seguintes etapas: a) proposição do problema e distribuição do material pelo professor, b) resolução do problema pelos alunos (em grupos), c) sistematização dos conhecimentos construídos, d) comunicação do conhecimento por meio da escrita e/ou desenhos.

Assim, a sequência de ensino descrita nesse artigo foi elaborada contendo algumas atividades investigativas e seguindo as etapas propostas por Carvalho (2013).

A sequência de ensino

A proposta foi planejada para uma turma de terceira série do ensino médio de uma

escola pública de Goiás, uma vez que tópicos de FM estão previstos no planejamento escolar para o bimestre em que foi implementada, conforme Goiás (2012).

No Quadro 1, apresentamos uma visão geral dos encontros, com a quantidade de aulas ministradas em cada um deles e os assuntos propostos.

Quadro 1: Os encontros e os assuntos propostos

Encontros	Aulas	Assunto/conteúdo
1º Encontro	1	- Apresentação da proposta; - Atividade investigativa 1: A Caixa Mágica; - Modelagem científica: o papel dos modelos e das representações no meio científico; - Modelos da estrutura atômica: de Demócrito a Dalton; A descoberta do elétron.
	2	
	3	
2º Encontro	4	- Atividade investigativa 2: Imaginando o invisível.
	5	
3º Encontro	6	- O modelo atômico de Ernest Rutherford.
	7	
4º Encontro	8	- Desenvolvimento da espectroscopia; - O problema das linhas espectrais de Joseph V. Fraunhofer e os modelos atômicos; - Construção de um espectroscópio caseiro.
	9	
5º Encontro	10	- Espectros de algumas fontes luminosas; - Tipos de espectros: contínuo e discreto; - Estudos da espectroscopia na formulação dos modelos atômicos.
	11	
	12	
6º Encontro	13	- Efeito fotoelétrico; - Atividade investigativa 3: simulação computacional do efeito fotoelétrico.
	14	
	15	
7º Encontro	16	- Revisão dos modelos atômicos estudados; - Atividade experimental do Teste de Chamas; - O modelo atômico de Niels Bohr.
	17	
	18	
8º Encontro	19	- Aplicação do Questionário final e roda de conversa sobre os encontros.
	20	

Fonte: as autoras (2016).

A seguir, são apresentadas as atividades da sequência de ensino planejadas para cada encontro.

Primeiro encontro: aulas 1, 2 e 3

O encontro teve início com uma breve apresentação da proposta a ser desenvolvida nos oito encontros. Em seguida, iniciou-se a atividade investigativa 1, que consistiu na apresentação de uma pequena caixa de papelão com dois palitos, um em cada lado da caixa, e ligados entre si por um sistema de transmissão de forças existente dentro da caixa, que não podia ser visto. De forma que, quando um dos palitos era movimentado, o outro também se

movimentava do lado oposto.

A ilustração da caixa, construída para esta sequência, pode ser vista na Figura 1, a seguir.



Figura 1: Caixa utilizada na atividade investigativa 1

Após apresentar a caixa, foi proposto o seguinte problema: “O que está acontecendo dentro da caixa que permite o movimento simultâneo dos palitos? ” O próximo passo foi permitir que os estudantes, em grupo, manuseassem a caixa e respondessem o problema proposto. Esta foi a etapa da manipulação dos materiais para a resolução do problema. Em seguida foi proposto que cada grupo desenhasse e explicasse como imaginaram ser o interior da caixa. Quando todos terminaram, em roda de conversa, pediu-se que justificassem suas escolhas, opiniões e respostas. Após as discussões foi feita a leitura compartilhada de um texto sobre modelagem científica. As ideias principais do texto foram debatidas com os estudantes.

Na última aula do encontro, foi apresentado o vídeo “Do micro ao macrocosmo”¹ (10 min.), que mostra uma viagem que se inicia a 1m de uma folha de árvore, indo até o macrocosmo, onde pode ser vista toda a Via Láctea e outras galáxias e, em seguida, retornando ao microcosmo, apresentando o modelo da estrutura atômica. O objetivo foi chamar a atenção dos estudantes para o mundo micro, das coisas infinitamente pequenas, invisíveis a olho nu, pois é onde se encontram os átomos. Em seguida, utilizando-se de *PowerPoint* fez-se uma abordagem histórica, de forma dialogada, sobre a evolução do conceito de átomo, apresentando os principais filósofos e cientistas (século IV a.C. - século XX d.C.) que tentaram explicar a composição da matéria e as principais características dos modelos da estrutura atômica, de Demócrito a Thomson.

Segundo encontro: aulas 4 e 5

¹ Vídeo disponível no link: https://www.youtube.com/watch?v=Pq_bb-4WPYm&t=77s.

O conteúdo para este encontro foi o desenvolvimento da atividade investigativa 2 intitulada “Imaginando o invisível”, que consistiu na apresentação de um problema e na manipulação de materiais. Utilizou-se os seguintes materiais: bolas de gude; um aparato construído por nós, com hastes de ferro em formato de “Y” e quatro bolas de borracha acopladas nas pontas das hastes para formar um único objeto; uma placa quadrada de madeira compensada. Na construção do aparato experimental buscou-se fazer uma alusão ao experimento de Rutherford, que seria estudado no próximo encontro. O objetivo da atividade foi inserir os estudantes em uma atividade investigativa e proporcionar momentos para que elaborassem hipóteses, testassem estas hipóteses, organizassem dados, elaborassem plano de ação, pensassem, organizassem ideias, explicassem fenômenos, justificassem, fizessem previsões, ou seja, utilizassem habilidades próprias do fazer científico para resolver um problema.

Os materiais do aparato experimental podem ser observados na Figura 2, que mostra o formato das hastes de ferro com suas dimensões, as dimensões das bolas acopladas às hastes e as dimensões da placa de madeira.

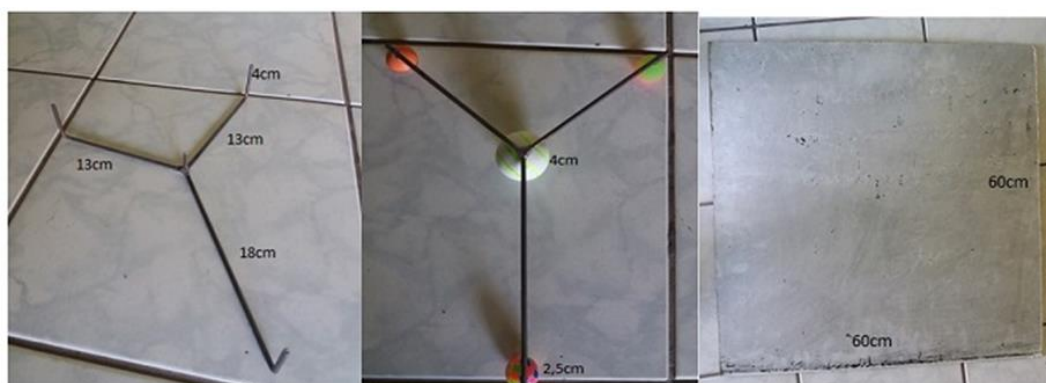


Figura 2: Materiais para a Atividade Investigativa 2

Iniciou-se o encontro propondo a divisão da turma em grupos. Explicou-se aos estudantes que a atividade é um exemplo do que fazem os cientistas ao desenvolverem suas pesquisas e, também, que em outra sala havia uma placa de madeira no chão para cada grupo. Debaixo dela havia um objeto, que não podia ser visto, de forma que nenhum dos componentes dos grupos poderia se abaixar a ponto de ver o objeto debaixo da placa. Cada grupo receberia um pacote de bolas de gude e que, utilizando esses materiais, eles deveriam resolver o seguinte problema: “O que há debaixo da tábua? Elabore um modelo que represente esse objeto, justificando e explicando sua resposta”. Após as orientações, teve início a manipulação dos materiais para a resolução do problema.

Após a manipulação dos materiais, cada grupo deveria registrar as ações que fizeram, as conclusões a que chegaram e o modelo (desenho) que imaginaram para o objeto. Em seguida, foi proposto que cada grupo relatasse suas conclusões, explicando o “como” chegaram à resposta do problema e o “porquê” chegaram a tal resposta. Foi um momento onde os estudantes argumentaram sobre suas escolhas e discutiram as respostas dos outros grupos. Por meio de novos questionamentos foi feita a sistematização das ideias, fazendo alusão ao trabalho dos cientistas em suas pesquisas.

Terceiro encontro: aulas 6 e 7

Iniciou-se o encontro com uma revisão sobre o modelo atômico de Thomson por meio de alguns questionamentos: Como foi chamado o modelo? O que Thomson descobriu? O que ele utilizou em suas experimentações? Após a revisão dos modelos já estudados, utilizando-se de *PowerPoint* e do vídeo “Experimento de Rutherford”², apresentou-se as experiências realizadas e as características do modelo atômico de Ernest Rutherford. Com o objetivo de contextualizar a atividade investigativa do encontro anterior, fez-se um paralelo entre a investigação realizada pelos estudantes e os experimentos realizados sob a orientação de Ernest Rutherford em 1909. Pode-se instigar os estudantes à discussão com a seguinte pergunta: “Quais as semelhanças do experimento de Rutherford com a atividade que vocês realizaram no encontro anterior?”

Após as discussões, foi proposta uma produção textual individual, onde os estudantes deveriam abordar o que aprenderam sobre os modelos atômicos já estudados, bem como o processo de mudanças de um modelo para o outro.

Quarto encontro: aulas 8 e 9

Inicialmente fez-se uma revisão sobre os modelos atômicos de Dalton, Thomson e Rutherford. Em seguida, para sondar o conhecimento prévio sobre o assunto da aula, propôs-se o seguinte questionamento: “ O que é a luz? ” Após ouvir os estudantes, utilizando-se de *PowerPoint* apresentou-se aos estudantes a natureza ondulatória da luz, abordando sobre o espectro eletromagnético de Maxwell, as características das ondas, como período, amplitude, comprimento de onda. O objetivo foi preparar os estudantes para a retomada da teoria corpuscular e posteriormente abordar outro modelo atômico.

Após as discussões, apresentou-se parte do vídeo da série *Cosmos*, o quinto episódio

² Vídeo disponível no link: <https://www.youtube.com/watch?v=CRU1ItJs2SQ>.

intitulado “Escondido na luz”³ (iniciar em 17’28” até 33’08” = 15’08”). Este trecho trata das descobertas de Isaac Newton sobre a luz e as descobertas de Joseph V. Fraunhofer sobre as linhas espectrais escuras. Foi explicado que espectro é a separação da luz em suas cores componentes e que as linhas espectrais escuras descoberta por Fraunhofer será um fator desencadeador para a formulação de um novo modelo atômico. Daí a razão de inserirmos em nossa sequência tópicos relacionados à espectroscopia.

Em seguida foi proposto a construção de um espectroscópio caseiro para posterior observação dos espectros de algumas fontes de luz. Objetivou-se com esta atividade motivar os estudantes para a observação dos espectros. A proposta foi confeccionar os espectroscópios, conforme mostra a Figura 3.



Figura 3: Espectroscópio caseiro simples, conforme Brockington (2005)

Durante a confecção do material, os estudantes foram orientados no desenvolvimento da atividade, para que os espectroscópios fossem construídos conforme o modelo proposto.

Quinto encontro: aulas 10, 11 e 12

Um dos objetivos desse encontro foi observar diferentes tipos de espectros, para que os estudantes identificassem quais lâmpadas apresentavam espectro contínuo e quais apresentavam espectro discreto. Além dos espectroscópios construídos no encontro anterior, foram utilizadas algumas redes de difração, para o caso de possíveis falhas no funcionamento dos espectroscópios caseiros. Foram observadas uma lâmpada de cada vez, para melhor identificação do tipo de espectro.

Na Figura 4, podem ser visualizados os materiais utilizados para a observação dos espectros.

³ Vídeo disponível no link: <http://www.dailymotion.com/video/x2fduwe>



Figura 4: Materiais utilizados para observar os espectros

Da esquerda para a direita os materiais: rede de difração, lâmpada de vapor de mercúrio, base com soquete acoplado e alguns tipos de lâmpadas.

Iniciou-se o encontro com uma revisão sobre os espectros observados por Joseph V. Fraunhofer. Em seguida, os estudantes foram agrupados para a observação dos espectros das lâmpadas. Durante a observação, os grupos foram orientados a descrever os espectros de cada lâmpada, respondendo a duas questões: na primeira, pediu-se que observassem e descrevessem os espectros e os representassem utilizando lápis de cor; na segunda, que fizessem comparações entre os espectros e sistematizassem os resultados. Os estudantes participaram ativamente da atividade.

Após a observação dos espectros, utilizando-se de *PowerPoint* fez-se uma apresentação de forma dialogada sobre a importância da espectroscopia para os estudos dos modelos atômicos, buscando estabelecer relações com a observação dos espectros das lâmpadas. Pretendeu-se que os estudantes compreendessem que as informações sobre as propriedades físicas de um objeto podem ser obtidas a partir de seu espectro, ou seja, é uma forma de conhecer aquilo que não se pode ver. Os estudantes perceberam que os modelos atômicos de Thomson e de Rutherford não esclareciam o problema das raias espectrais escuras.

Sexto encontro: aulas 13, 14 e 15

O encontro aconteceu no laboratório de informática, pois, para abordar o efeito fotoelétrico, optou-se por uma simulação⁴ computacional, onde os estudantes poderiam interagir com o fenômeno em estudo por meio das variáveis que o explicam. Na Figura 5, apresentamos a interface do objeto de aprendizagem utilizado para a abordagem do efeito fotoelétrico.

⁴ Disponível no link: <http://www.fisica.ufpb.br/>

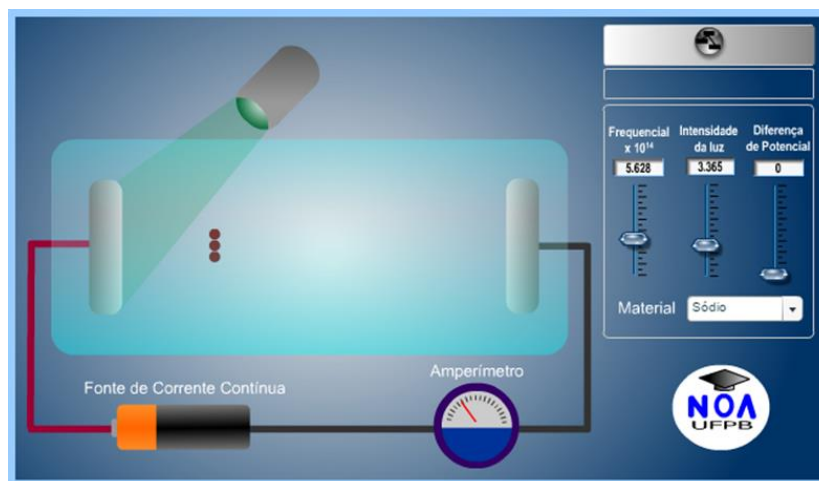


Figura 5: Objeto de aprendizagem sobre o Efeito Fotoelétrico

O objeto de aprendizagem consiste de um circuito elétrico acoplado a um tubo de vácuo contendo duas placas de metal, uma de cada lado e separadas por uma certa distância. Há uma fonte de luz, representada por uma lanterna, responsável em incidir luz sobre uma das placas de metal. É possível perceber que algumas variáveis podem ser alteradas, tais como: a frequência da luz incidente, a intensidade da luz, a diferença de potencial entre as placas metálicas e o tipo de material de que são feitas as placas. Além disso, há um amperímetro na parte inferior indicador de que há passagem de corrente elétrica de uma placa para a outra.

Antes de iniciar a atividade com o objeto de aprendizagem, foi feita uma abordagem sobre a quantização da energia proposta Max Planck em 1900 e sobre a quantização da luz proposta por Albert Einstein em 1905, estudos que marcaram o nascimento da Física Quântica e que deram início a novas formulações para o modelo atômico.

Concluídas as discussões, em duplas, iniciou-se a atividade investigativa 3. O objetivo foi permitir que os estudantes trocassem ideias entre si, manipulassem o simulador e resolvessem o seguinte problema: “Quais os fatores que influenciam na ocorrência do efeito fotoelétrico, ou seja, em que condições ou o que interfere para que ocorra o fenômeno? ”. Pretendeu-se levar os estudantes a pensar, refletir sobre suas ações, discutir, explicar, levantar hipóteses, testar essas hipóteses, e argumentar sobre suas ideias. Durante a manipulação do simulador, a maioria dos estudantes perceberam que para determinado valor de frequência, e determinado material, nenhum elétron era ejetado da placa de metal.

Após a resolução do problema por todas as duplas, promoveu-se a sistematização coletiva, onde os estudantes argumentaram sobre suas ações, conclusões e dificuldades encontradas na realização da atividade. Durante as discussões, foram discutidos os fatores que interferem na ocorrência do efeito fotoelétrico. A sistematização final do conteúdo foi feita com

a leitura do texto “ O físico e o fóton”, do professor Carlos Alberto dos Santos⁵. Neste texto, o professor faz uma abordagem histórica do efeito fotoelétrico e fala sobre a repercussão das descobertas de Einstein na comunidade científica da época.

Sétimo encontro: aulas 16, 17 e 18

Neste encontro, foi realizada uma atividade experimental demonstrativa, o Teste de Chamas, que consistiu na queima de diferentes substâncias por meio da adição de um combustível (álcool etílico), onde cada substância apresentou uma cor característica. Foram queimadas porções dos seguintes materiais: sulfato de cobre, sulfato de lítio, sulfato de sódio, carbonato de sódio e tiras de magnésio. Os procedimentos foram realizados pela professora, a fim de não colocar os estudantes em risco. Antes de iniciar a queima dos materiais, os estudantes foram orientados a registrarem suas observações, bem como a cor das chamas das diferentes substâncias.

Após o desenvolvimento da atividade, de forma expositiva e dialogada, apresentou-se os postulados propostos por Niels Bohr para o modelo atômico e explicou-se como tal modelo resolveu o problema da instabilidade do átomo de Rutherford e do espectro discreto do átomo de hidrogênio.

Em seguida, para sistematizar o conteúdo, apresentou-se a parte final do vídeo “Escondido na luz” da série Cosmos (iniciar em 33’ até 37’ = 04’), que mostra a relação do salto quântico do elétron, proposto por Bohr, com as linhas escuras observadas por Fraunhofer. Após as discussões, resolveu-se com os estudantes, de forma dialogada e participativa, alguns exercícios sobre o átomo de Bohr.

Oitavo encontro: aulas 19 e 20

Este último encontro foi destinado à avaliação final, após a implementação da sequência de ensino. Para isso, foram utilizados dois instrumentos: um questionário final e uma roda de conversa com os estudantes.

O questionário final tratou-se de questões abertas, onde os estudantes, individualmente, foram desafiados a escrever sobre: os modelos atômicos, suas características, as diferenças entre eles, o contexto em que foram formulados; sobre o modelo atômico proposto por Bohr e como seus postulados explicaram os espectros discretos e as diferentes cores

⁵ Professor aposentado do Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. O texto foi publicado na Revista Ciência Hoje de 07 de agosto de 2015 e está disponível em: <http://www.cienciahoje.org.br/noticia/v/ler/id/2924/n/o_fisico_e_o_foton>. Acesso em: 18 set. 2016.

emitidas por elementos químicos aquecidos; sobre a importância das hipóteses erradas para o avanço da ciência; sobre suas percepções a respeito das atividades e/ou conteúdos desenvolvidos durante o desenvolvimento da sequência. O objetivo do questionário foi verificar a aprendizagem dos conceitos abordados e estimular a argumentação por meio da escrita.

A roda de conversa teve como objetivos estimular os estudantes a expressar oralmente sobre os conceitos abordados na sequência, reforçar os conhecimentos aprendidos e proporcionar momentos para argumentar, explicar, listar, opinar sobre o que aprenderam. Uma forma de complementação da avaliação da aprendizagem, uma vez que os estudantes puderam falar aquilo que não conseguiram expressar por escrito no questionário final.

Considerações finais

A proposta de sequência de ensino apresentada e descrita buscou contemplar tópicos de Física Moderna e o estudo da evolução dos modelos atômicos, de forma a estimular os estudantes a resolver problemas, a argumentar, a trabalhar em grupo e a expressar opiniões de forma clara, utilizando a linguagem verbal e escrita. Teve como objetivo principal fomentar o desenvolvimento de habilidades que indiquem estar em processo a AC dos estudantes, tais como, levantar hipóteses, testar hipóteses, organizar dados, explicar e justificar fenômenos, prever situações e raciocinar com lógica.

Acreditamos que fatores como as sequências das aulas, os textos, os recursos audiovisuais, as atividades de sistematização e, principalmente, as atividades investigativas, criaram condições para um ambiente encorajador e propício para a ocorrência de interações discursivas, bem como estimularam o processo de argumentação. Isso foi possível pela mediação da professora e pela dinâmica do ensino por investigação, dinâmica esta que inclui as interações sociais entre os estudantes.

Cabe ao professor atentar para alguns fatores importantes que norteiam o processo de ensino-aprendizagem, tais como: buscar metodologias que despertem nos estudantes o desejo de buscar o conhecimento; planejar atividades que fomentem a interação entre os estudantes, pois estas contribuem para o processo de argumentação e construção dos saberes; ter total conhecimento dos pressupostos que norteiam tais metodologias; ter domínio dos conhecimentos científicos que irá abordar e ter claro os objetivos que deseja alcançar.

Sabemos não ser possível uma generalização de conclusões, uma vez que a proposta foi pensada para a realidade de uma turma específica e que muitos fatores podem influenciar a prática pedagógica de um professor em sala de aula, como condições de trabalho, carga horária,

logística do espaço e do tempo. Porém, ao longo da implementação da sequência de ensino aqui apresentada foi possível proporcionar um ambiente de interações, de troca de ideias, de pesquisa em busca de respostas, de explicações, de levantamento de hipóteses, de respeito e de atitudes coerentes com os pressupostos do ensino por investigação e da AC.

Referências

AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A. (Org.). **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Pioneira, 2004. p. 19-33.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Brasília, DF, v.134, n. 248, 23 dez. 1996. Seção 1, p. 27834-27841. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm>. Acesso em 27 abr. 2017

_____. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEB, 1999.

_____. Ministério da Educação. **PCN+ Ensino Médio: Orientações Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio - Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC/SEB, 2002.

BROCKINGTON, G. **A realidade escondida: a dualidade onda-partícula para estudantes do ensino médio**. 2005. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Instituto de Física e Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

CARVALHO, A. M. P. Ensino e aprendizagem de Ciências: referenciais teóricos e dados empíricos das sequências de ensino investigativas (SEI). In: LONGHINI, M. D. (Org.). **O uno e o Diverso na Educação**. Uberlândia: EDUFU, 2011, cap. 18, p. 253-266.

_____. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

GOIÁS. Secretaria de Educação. **Currículo Referência da Rede Estadual de Educação de Goiás**. Goiás: SEE, 2012.

MACHADO, D. I.; NARDI, R. Avaliação do Ensino da Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, IV, 2003, Bauru, **Painéis...** Bauru: ABRAPEC, 2003. p. 15.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa “física moderna e contemporânea no ensino médio”. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 5, n. 1, p. 23-48, mar. 2000.

SILVA, A. C.; ALMEIDA, M. J. P. M. Física quântica no ensino médio: o que dizem as pesquisas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 28, n. 3, p. 624, dez. 2011.

TERRAZAN, E. A. A inserção da física moderna e contemporânea no ensino de física na escola de 2º grau. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 9, n. 3, p.209-214, Florianópolis, dez. 1992.

VALADARES, E. C.; MOREIRA, A. M. Ensinando física moderna no segundo grau: efeito fotoelétrico, laser e emissão de corpo negro. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 15, n. 2, p. 121-135, ago. 1998.

SASSERON, L. H.; MACHADO, V. F. **Alfabetização Científica na prática**: inovando a forma de ensinar física. 1. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2017.