

Inserção de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio: a matéria em uma perspectiva histórica

Insertion of Modern and Contemporary Physics in High School: the material in a historical perspective

REVISTA
DE
ENSEÑANZA
DE LA
FÍSICA

Beatriz S. C. Cortela¹, João V. M. Lima¹

¹Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Av. Eng. Luís Edmundo Carrijo Coube 14 - 01, CEP 17033-360 – Bauru, SP. Brasil.

E-mail: beatriz.cortela@unesp.br

Resumo

Este trabalho objetiva apresentar um relato de experiência decorrente da aplicação de uma sequência didática sobre inserção de Física Moderna e Contemporânea em nível médio. A sequência didática teve como tema central a matéria em uma perspectiva histórica e foi desenvolvida com uma turma de alunos de 3º ano do Ensino Médio, de uma escola pública do Brasil. O objetivo das aulas era que os alunos pudessem entender o desenvolvimento da concepção de matéria no decorrer da História, levando em conta o contexto em que estavam inseridos os pensadores e cientistas estudados. As aulas 1 e 3 tiveram um enfoque em História da Ciência, utilizando-se de vídeos e aula expositiva/dialogada; as aulas 2 e 4 foram preparadas com enfoque experimental e uso de jogos. As aulas 2 e 4 foram aquelas nas quais os alunos apresentaram maior interesse e a participação foi mais intensa. Apesar de o nível de abstração dos assuntos trabalhados, os alunos apresentaram um bom entendimento do conteúdo, decorrente do enfoque metodológico adotado, o que mostra ser possível replicar esta sequência didática em contextos similares aos aqui apresentados.

Palavras chave: Física Moderna e Contemporânea; Sequência Didática; Ensino Médio.

Abstract

This work has the objective to present a report of a didactic sequence about insertion of Modern and Contemporary Physics at the high school. The didactic sequence had as its central theme the material in a historical perspective, and was developed with a class of 3rd year high school students from a public school in Brazil. The objective of the classes was that students could understand the development of the conception of material throughout history, taking into account the context in which the thinkers and scientists studied were inserted. Lessons 1 and 3 had a focus on History of Science, using videos and classes expository / dialogues; lessons 2 and 4 were prepared with an experimental approach and games. Lessons 2 and 4 were those in which the students presented greater interest and the participation was more intense. Despite the level of abstraction of the subjects worked, the students presented a good understanding of the content, due to the methodological approach adopted, which shows that it is possible to replicate this didactic sequence in context similar to those presented here.

Keywords: Modern and Contemporary Physics; Didactic Sequence; High School.

I. INTRODUÇÃO

Este é um excerto de uma pesquisa empírica, um trabalho de conclusão de curso de Licenciatura em Física, oferecido numa universidade pública. Quanto ao recorte aqui apresentado, trata-se de da apresentação de uma sequência didática, que foi elaborada durante a disciplina Metodologia e Prática de Ensino de Física, em 2017, e aprimorada visando à inserção de Física Moderna e Contemporânea no currículo de Física, no Ensino Médio, sob orientação da docente responsável, primeira autora desse artigo. Teve como tema central *A matéria em uma perspectiva histórica*. A atividade de ensino foi desenvolvida em quatro horas/aula, com alunos do 3º ano, em uma escola pública do interior paulista. Teve por objetivo propiciar o entendimento dos alunos sobre o desenvolvimento da concepção de matéria no decorrer da História, levando em conta o contexto em que estavam inseridos os cientistas e pensadores estudados.

Segundo Ostermann e Moreira (apud Alvetti, 1999), a Física Moderna compreende ao período do final do século XIX até o início da Segunda Guerra Mundial; quanto à Física Contemporânea (FMC), estase inicia após a Física Moderna e vem até os dias atuais. Conceitualmente, a FMC é definida em oposição à Física Clássica, cujo paradigma se fundamenta na Física de matriz newtoniana, onde espaço e tempo são absolutos e invariantes e os objetos são localizados no espaço e no tempo de maneira inequívoca, além de ser constituída de leis determinísticas. Quando parte ou a totalidade dessas características não valerem para uma dada abordagem teórica, saímos da Física Clássica e adentramos a FMC¹.

Conforme afirmam Barcellos e Guerra (2015), a pesquisa em ensino de Física aponta, há décadas, uma necessidade de inovações e melhorias no ensino de grande parte das escolas brasileiras. Nesse sentido, “Desde a década de 90 vários pesquisadores têm desenvolvido estudos referentes à Física Moderna e Contemporânea (FMC) na perspectiva de inseri-la no Ensino Médio [...]” (Martins e outros 2015), mostrando a importância de discutir estes conteúdos e modos de ensiná-los ainda na formação inicial de professores.

Ainda nos anos 90 do século XX, Terrazzan (1992) já afirmava que a tendência de atualizações no currículo de Física em nível médio era justificada também pela importância de conteúdos contemporâneos, que são necessários para que os alunos possam entender o mundo em que vivem, além da necessidade de desenvolver um cidadão participativo e consciente, que pudesse atuar de forma crítica na sociedade, compreendendo os impactos sociais e ambientais do desenvolvimento da Ciência.

Também os documentos educacionais oficiais defendem esta atualização curricular. Conforme os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), os objetivos do ensino de Física no Ensino Médio ganharam novo sentido, tendo o propósito de “...construir uma visão da Física que esteja voltada para a formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com instrumentos para compreender, intervir e participar na realidade” (Brasil, 2002).

Ainda, segundo as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (Brasil, 2006), documento que tem como objetivo contribuir para o diálogo entre professor e escola,

...o que a Física deve buscar no ensino médio é assegurar que a competência investigativa resgate o espírito questionador, o desejo de conhecer o mundo em que se habita. Não apenas de forma pragmática, como aplicação imediata, mas expandindo a compreensão do mundo, a fim de propor novas questões e, talvez encontrar soluções. (Brasil, 2006)

Sendo assim, diversas são as justificativas para se inserir FMC no Ensino Médio (EM). Destaca-se a importância de tratar de assuntos que fazem parte do cotidiano da sociedade contemporânea, pois, deste modo, o aluno dará sentido à Física estudada, fazendo relações com o mundo que o cerca. Além disso, acredita-se que a introdução da FMC no currículo das escolas em nível médio pode proporcionar a superação de certas barreiras epistemológicas para o conhecimento do indivíduo sobre a natureza. De acordo com Musiau e outros (2017), são evidentes os avanços tecnológicos do mundo moderno e estes conduzem à necessidade de agregar conhecimentos de Física Moderna, imprescindíveis para a formação do educando, fundamentais para propiciar uma leitura do mundo atual.

Este artigo tem como objetivo apresentar um relato de experiência decorrente do desenvolvimento de uma sequência didática, que ocorreu durante o primeiro semestre de 2018. Consideraremos que uma sequência didática se trata de “Um conjunto de atividades escolares organizadas, de maneira sistemática, em torno de um gênero textual oral ou escrito [...]” (Dolz e outros, 2004).

Acreditamos que este artigo tem sua importância por apresentar possibilidades de trabalhar um assunto relevante e pouco abordado nas escolas brasileiras. Esperamos possibilitar reflexões e apresentar nossa experiência para os docentes que desejam trabalhar FMC no EM.

II. DESENVOLVIMENTO

A escola na qual foi desenvolvida a sequência didática atendia a 623 alunos, que cursavam os ensinamentos fundamental e médio. Por ser uma escola localizada em um bairro de fácil acesso, os alunos ali presentes vinham de diversos pontos da cidade, bem como de sítios e cidades vizinhas. Este fato fez com que o nível social dos alunos ali presentes fosse bastante diversificado. Apesar de a escola apresentar uma boa infraestrutura, com salas de aula bem conservadas, ela apresenta algumas limitações, como a ausência de laboratórios didáticos e de laboratórios de informática, além de possuir apenas um kit multimídia para que todo o corpo docente pudesse utilizar.

¹ Descrição dada por Maurício Pietrocola Pinto de Oliveira, professor titular da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, em uma conversa com os autores do artigo, por correio eletrônico.

O tema escolhido, *A matéria em uma perspectiva histórica*, está proposto na situação de aprendizagem 11 do Caderno do Aluno de Física do Estado de São Paulo (São Paulo, 2014), material didático apostilado e elaborado pela Secretaria de Educação Estadual. Durante a sequência didática foram abordadas as diferentes concepções sobre a matéria que surgiram durante o período da Idade Antiga, que corresponde ao período entre a criação da escrita e a queda do império romano, como as concepções de Aristóteles. Também foram abordados os primeiros e os atuais modelos atômicos, tais como o de Dalton, Thomson, Rutherford, Bohr e Schrödinger. Os assuntos que foram desenvolvidos ao longo da sequência didática, tais como os modelos atômicos e princípio da incerteza, utilizando de abordagens metodológicas defendidas por Ostermann e Moreira (2000), para se inserir FMC no EM.

A sequência didática foi preparada e organizada em quatro aulas de 100 minutos cada uma, utilizando diferentes tipos de abordagens, numa pluralidade metodológica defendida por Bastos e Nardi (2009) e também nos documentos oficiais educacionais (Brasil, 2006; São Paulo, 2014). Foram utilizadas abordagens a partir de Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs); História e Filosofia da Ciência (HFC); Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA); e experimentação.

As TICs podem ser definidas como “[...] *um conjunto de recursos tecnológicos que, quando integrados entre si, proporcionam a automação e/ou a comunicação nos processos existentes nos negócios, no ensino e na pesquisa científica [...]*” (Lobo e Maia, 2015). Já a CTSA se trata de uma abordagem que, conforme Melo e Costa (2012), além de dar enfoque na importância da Ciência na fundamentação das tecnologias, busca preparar o educando a tomar decisões e entender os riscos sociais e ambientais envolvidos nessas tecnologias. Por fim, Melzer e Aires (2015) argumentam que a abordagem HFC contribui para uma melhor compreensão sobre a Ciência, levando em conta os aspectos que influenciam sua construção e a própria atividade científica.

Como critério de avaliação, com o propósito de desenvolver e melhorar o processo de aprendizagem utilizou-se da avaliação formativa, que tem como objetivos “[...] *recolher informações que permitam fazer um balanço das aprendizagens conseguidas; e/ou recolher evidências que permitam estruturar, planejar e regular as aprendizagens futuras.*” (Araújo, 2015). Neste sentido, diferentes instrumentos de avaliação foram utilizados.

As aulas foram desenvolvidas durante os meses de maio e junho de 2018, numa turma de terceiro ano do EM de uma escola estadual, diurna, composta por 28 estudantes, com idade média de 17 anos, sendo 12 meninas e 16 meninos.

É importante enfatizar que assuntos relacionados à FMC não são comumente trabalhados com os alunos dessa escola e, nos primeiros contatos, houve certa resistência do professor regente para trabalhar esse assunto. Seu principal argumento era de que o tempo disponibilizado para as aulas de Física era extremamente curto para trabalhar este assunto, apesar de estar previsto no 4º Caderno do Aluno do Estado de São Paulo. Em sua opinião, trabalhar assuntos relacionados à FMC impossibilitaria serem abordados outros assuntos que são considerados, por ele, mais importantes. Vale salientar que a carga horária destinada ao ensino de Física é de apenas 100 minutos por semana nas escolas públicas do Estado de São Paulo.

Para melhor descrever as aulas, separamos cada uma delas e apresentamos um breve resumo do que foi realizado.

A. Aula 1

A primeira parte desta aula foi destinada para a apresentação do professor e do conteúdo que seria trabalhado, Física Moderna, quando, de uma maneira dialogada, foi explicado aos alunos a importância de se inserir este tema no EM. A seguir, foi aplicado um questionário de levantamento de concepções prévias a respeito da constituição da matéria, modelos científicos e modelos atômicos. O instrumento continha quatro questões dissertativas, elencadas a seguir, e que foram elaboradas levando-se em conta que os alunos já haviam estudado modelos atômicos durante as aulas de Química, conforme orienta o currículo oficial de São Paulo, visando analisar como os compreenderam:

1. Como são formadas, internamente, as coisas ao seu redor? E os seres vivos?
2. O que é um átomo? Do que ele é formado? Faça um desenho e nomeie cada uma de suas partes.
3. Como as pessoas sabem que o átomo existe se elas não podem vê-lo ou senti-lo?
4. Como o átomo foi descoberto?

Dos resultados obtidos, foi possível perceber que, apesar de terem sido trabalhados modelos atômicos na disciplina de Química, poucos alunos se recordavam do que se tratava um átomo; responderam que o átomo é uma partícula indivisível que forma todas as coisas do nosso mundo. Quando solicitado que fizessem um desenho de um átomo, estes se aproximavam do modelo atômico proposto por Thomson, sendo apenas uma bola maciça positiva, com cargas negativas distribuídas por ela.

Para dar introdução aos modelos atômicos e, também, suporte teórico ao experimento que foi realizado na aula 2, foi exibido um vídeo intitulado *Telecurso2000 – Aula 47/50 – Física – Átomos*, do canal *VicVÍdeos 2000*². O vídeo tem duração de 13:12 min. e trata de assuntos envolvendo continuidade da matéria, os modelos atômicos de Thomson, Rutherford e Rutherford – Bohr, o átomo de hidrogênio e número atômico.

Após assistirem ao vídeo, houve uma discussão sobre esses assuntos abordados. Durante o documentário e as discussões feitas, notou-se grande participação da maioria dos estudantes e foi percebido que os alunos se recordaram ou passaram a entender o que seria o átomo, bem como os experimentos que levaram às suas diversas representações.

Por fim, os alunos foram orientados para realização de uma atividade que seria feita extraclasse. O trabalho consistiu na construção de uma linha do tempo, que deveria apresentar os principais acontecimentos históricos, filósofos e cientistas e suas concepções sobre matéria, e os contextos históricos onde foram desenvolvidos. Este trabalho de pesquisa está proposto no Caderno do Aluno de Física do 3º ano do EM do estado de São Paulo (São Paulo, 2014). A linha do tempo deveria ser apresentada em forma de cartaz durante a aula 3. Esperávamos que, com a construção de uma linha do tempo, os estudantes pudessem ter um melhor entendimento da construção de um conceito científico. Consideramos que seja de extrema importância que os alunos entendam os esforços e dificuldades que tinham os cientistas de cada época e, assim, possibilitar a desmistificação de que o conhecimento científico é produzido por gênios, a partir de descobertas individuais. Os alunos foram comunicados que esta atividade seria utilizada pelo professor, responsável pela turma, como um dos instrumentos de avaliação. A Tab. I apresenta a divisão dos grupos de alunos por períodos históricos.

TABLA I. Divisão dos grupos para construção da linha do tempo.

	<i>Tema 1</i>	<i>Tema 2</i>	<i>Tema 3</i>	<i>Tema 4</i>	<i>Tema 5</i>
<i>Período</i>	624 a.C a 495 a.C	496 a.C a 460 a.C	1600 a 1850	1856 a 1962	1856 a 1962
<i>Pensadores</i>	Mileto; Anaxímenes; Xénofanés; Heráclito; Empédocles.	Leucipo; Demócrito; Platão; Aristóteles.	Dalton; Boyle; Galileo.	Thomson; Rutherford; Bohr.	Einstein; Pauli; Schrödinger; Heisenberg.

B. Aula 2

A aula consistiu na realização do experimento intitulado *construindo um núcleo*, proposto pelo Caderno do Aluno de Física do 3º ano do EM do estado de São Paulo (São Paulo, 2014). O objetivo do experimento foi fazer com que os alunos entendessem quais partículas compõem um núcleo atômico, bem como as forças que interagem. O experimento consiste na confecção de três tipos de núcleos: apenas com prótons; com a mesma quantidade de prótons e nêutrons; e com mais nêutrons do que prótons. Para representar as partículas são utilizadas bolinhas de isopor e, para mantê-las unidas, fita crepe. A única condição imposta é que, ao ligar dois prótons, deveria ser posta entre eles uma mola, que estaria representando a repulsão elétrica. Para isso, os alunos foram divididos em grupos de 4 a 5 pessoas e os materiais necessários para a realização do experimento foram fornecidos pelo professor, bem como o roteiro experimental, visto que os alunos ainda não haviam recebido o volume 2 do Caderno do Aluno até aquele momento. A Figura 1 apresenta um arranjo montado utilizando apenas prótons por um dos grupos.

Após a realização do experimento, os alunos foram instruídos a responder três questões, que deveriam ser entregues ao final da aula, para servir como instrumento avaliativo para o professor. As perguntas foram:

1. Por que colocar uma mola apenas entre dois prótons e não entre um próton e um nêutron? O que a mola representa no ponto de vista da Física?
2. Em qual dos três arranjos que você montou foi mais fácil manter o núcleo unido? Por quê?
3. Com base no que observou, você saberia dizer qual é a importância do nêutron na constituição nuclear?

Durante a realização do experimento notou-se grande envolvimento por parte de todos os estudantes, mesmo daqueles que não haviam mostrado tanto interesse na primeira aula. A fala de diversos deles mostrou como a abordagem experimental era importante para eles, visto que, além de propiciar um melhor entendimento do conteúdo, os estimulou a participarem da aula, fugindo de uma abordagem mais tradicional, na qual somente o professor fala e os alunos escutam. Além disso, por meio das discussões feitas

² Link para acessar o vídeo: https://www.youtube.com/watch?v=B9_ghS4KfbY

nos grupos, bem como das respostas obtidas das três questões solicitadas, percebeu-se que os alunos apresentaram um bom entendimento do experimento, atingindo objetivo da aula. A questão que mais tiveram dificuldades para responder foi a que remetia ao papel do nêutron na constituição nuclear. Embora entendessem que este facilitava a formação do arranjo, não sabiam o porquê e como elaborar uma resposta de modo mais formal.

É importante enfatizar que foi explicado aos alunos que, embora o nêutron tenha uma importante função na estabilidade energética do núcleo, a força de repulsão elétrica não é a única que deve ser levada em conta. Foi explicitada a existência da força nuclear que ocorre entre prótons e nêutrons, entre dois prótons e também entre dois nêutrons, explicando que essa interação, em curtas distâncias (10^{-15} aproximadamente), supera a repulsão mútua entre os prótons e, assim, evita sua dispersão e é a responsável pela estabilidade do núcleo.

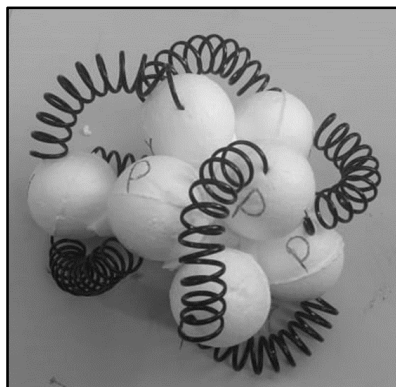


FIGURA 1. Arranjo atômico montado por um grupo de estudantes.

C. Aula 3

Esta aula foi organizada de modo que os cinco grupos de alunos pudessem fazer a apresentação de seus trabalhos para a turma, sendo reservado um tempo de 15 a 20 min. para cada um deles. O objetivo desta aula era que os alunos entendessem, a partir de pesquisas e sínteses, a mudança nas concepções da matéria ao longo da história, bem como aproximar os estudantes da construção científica, levando em conta o contexto histórico-cultural em que os cientistas estavam inseridos. O propósito era que, conforme os estudantes fossem colando seus cartazes, pudessem construir uma linha do tempo. A intenção era, também, colocar os cartazes apresentados em um mural da escola, que é reservado para exposição de trabalhos de estudantes, compartilhando informações com os demais alunos. Entretanto, nenhum dos grupos realizou a atividade proposta, o que fez com que o professor tivesse que tomar a frente para explicar este assunto, visto ser de suma importância esta síntese, para que os alunos entendessem a construção da concepção da matéria até os dias atuais.

Então, uma linha do tempo foi construída na lousa, e o professor a apresentou de uma maneira dialogada, buscando a interação dos estudantes o máximo possível. A Figura 2 apresenta uma foto da lousa utilizada pelo professor para discussão do conteúdo.

Nesta aula percebeu-se um baixo envolvimento dos alunos, com muitos deles distraídos e pouco interessados na aula. Comparado com as aulas anteriores, pode-se perceber que a abordagem expositiva, necessária em um momento de não cumprimento do que foi programado, corroborou para tal acontecimento, além da falta de estudos anteriores dos alunos, que não realizaram os estudos extraclasse, como orientados. Mesmo os poucos alunos que pareciam estar interessados apresentaram uma maior dificuldade para entender os conceitos, principalmente os que remetiam à Física Moderna, como a teoria de Heisenberg e Schrödinger, o que já era, de certa forma, esperado, devido ao nível de abstração. Foi solicitado, ao final da aula, que os alunos fizessem uma pesquisa sobre os assuntos discutidos em classe e entregassem uma síntese no início da próxima aula, visando superar as dificuldades apresentadas.

Entendemos que uma aula expositiva para trabalhar assuntos mais abstratos não tenha sido uma boa escolha. Gostaríamos de adentrar mais a fundo aos conceitos de Heisenberg e Schroedinger, buscando outras abordagens que despertassem maior atenção dos estudantes, como atividades experimentais. Entretanto, isso não foi possível, especialmente, devido ao tempo que nos foi atribuído para aplicar-mos a sequência didática.

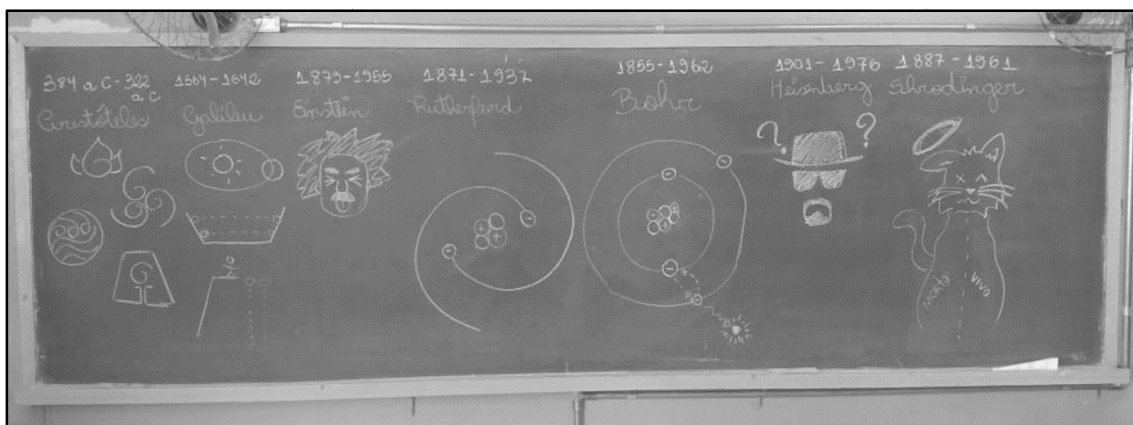


FIGURA 2. Lousa utilizada para discussão do conteúdo da aula 3.

D. Aula 4

A aula 4, em um primeiro momento, havia sido programada para uma abordagem CTSA, quanto seria dialogado com os alunos, de uma maneira expositiva/dialogada, com auxílio de slides, como a Física Moderna influenciou a Arte e a cultura pop, como o caso dos super-heróis, por exemplo. Entretanto, em decorrência do baixo envolvimento dos alunos na aula 3, que foi mais expositiva do conteúdo, optou-se por alterar essa abordagem, recorrendo para uma abordagem lúdica. Assim, como na aula 2 os alunos tiveram a oportunidade de realizar um experimento que permitiu o entendimento do núcleo atômico. Nesta aula, o objetivo do experimento foi o de propiciar entendimento para os alunos da eletrosfera de Bohr, dando ênfase ao conceito de quantização da energia, bem como em absorção e emissão de energia.

A experiência lúdica trabalhada em aula é intitulada *dados quânticos* e é proposta pelo Caderno do Aluno de Física do 3º ano do EM do Estado de São Paulo (São Paulo, 2014). Consiste em jogo de tabuleiro, onde cada um dos alunos representariam o elétron do átomo de hidrogênio. O objetivo deste jogo é fazer com que o elétron saia do seu estado fundamental e chegue ao nível 5. Primeiramente, os alunos deveriam calcular a energia de cada um dos cinco níveis, por meio da equação, que foi apresentada pelo professor na lousa. Após isso, em uma cartolina, os alunos deveriam fazer cinco divisões e colocar, em cada uma delas, os valores de energia calculados. Foram entregues para cada um dos grupos, dois dados, que continham numerações diferentes, conforme era requerido pelo procedimento experimental. Em um dos dados, os números eram 0; 031; 10,20; 12,09; 12,75 e 13,06, enquanto no segundo dado, os números eram 0; 0,66; 0,97; 1,89; 2,55 e 2,86. Ou seja, não eram dados tradicionais e foram construídos pelo professor-pesquisador. A dinâmica do jogo era tal que os alunos deveriam jogar ambos os dados e só poderiam avançar para o próximo nível se a soma dos números fosse igual à diferença entre o nível em que estava e um dos outros níveis. Vale lembrar que durante a realização do jogo e registro dos resultados, o professor-pesquisador foi passando pelos grupos para fazer pequenas discussões, que tinham o intuito de guiar os alunos para um melhor entendimento do conteúdo.

Após realização desta atividade, na qual cada um dos grupos teve tempo suficiente para jogar, foi pedido para que eles respondessem a quatro questões, que deveriam ser entregues ao final da aula, para servir como um dos instrumentos de avaliação para o professor. As perguntas foram:

1. Quantas jogadas são necessárias para ir do nível 1 ao 5?
2. Qual é o nível mais energético dos cinco? O elétron precisa ganhar ou perder energia para chegar a esse nível?
3. O valor 10,10 eV permite que o elétron saia do primeiro nível? E o valor 10,30 eV, permite?
4. O que significa *ser quantizado*? Dê alguns exemplos de objetos quantizados que você conhece.

Mais uma vez a abordagem lúdica justificou sua escolha, devido ao grande envolvimento dos alunos durante a realização do jogo. O objetivo de fazer com que os alunos entendessem como era o comportamento do elétron, no modelo de Bohr, foi verificado nas discussões com os grupos e nas respostas das questões que foram solicitadas. Apesar de a resposta sobre a definição de quantização não ter sido dada em uma linguagem científica, foi possível perceber que os alunos apresentaram um bom entendimento sobre este conceito. Como exemplo de objetos quantizados, os alunos escreveram o dinheiro, os gols em uma partida de futebol e os degraus de uma escada.

III. CONCLUSÕES

Este trabalho buscou relatar uma experiência de ensino visando a inserção de Física Moderna e Contemporânea no EM, aplicando uma sequência didática de 4 aulas de 100 minutos em uma escola pública, trabalhando com 28 alunos do 3º ano do EM. O tema da aula foi *Amatéria em uma perspectiva histórica*, trabalhando a evolução dos modelos atômicos, partindo daquele proposto por Thomson até o modelo de Bohr. As atividades tiveram um enfoque histórico, experimental e lúdico, visando um melhor aprendizado para os alunos.

Notou-se que, das metodologias utilizadas, a experimental e a lúdica se mostraram mais eficazes nesse contexto, visto que, com elas, conseguiu-se manter a atenção e envolvimento dos alunos e, por meio das atividades e registros, foi possível verificar que os objetivos das aulas foram atingidos. Para esta turma de alunos, em particular, atividades envolvendo aulas expositivas não surtiram grande efeito, visto que grande parte dos estudantes se mostrou desinteressada e os que mostravam algum interesse, não entendiam o conteúdo com grande clareza como quando comparado com outros tipos de abordagens. Também não efetuaram os estudos necessários, solicitados pelo professor-pesquisador para serem realizados extraclasse. Além disso, a atividade em EAD, que consistia na construção da linha do tempo, não foi realizada por nenhum dos estudantes, apontando que este grupo de não está habituado a efetuar tarefas extraclasse.

A preparação das aulas experimentais foi feita utilizando experimentos de baixo custo e fácil acesso, possibilitando que, tanto professores da rede pública quanto da rede privada, possam fazê-los em sala de aula. Entretanto, seu planejamento exigiu tempo de preparo e de estudo por parte do pesquisador, o que nem sempre é fácil para os professores que atuam diariamente conseguirem, devido à sua carga horária de trabalho intensa e condições de trabalho difíceis.

O professor regente da turma trabalhada deixou bastante enfatizado como a presença de outros profissionais em sala de aula é importante e possibilitou reflexões sobre sua vida profissional. Sua principal reflexão, mediante a aplicação da sequência didática, foi sobre o tempo destinado para a disciplina de Física. Segundo ele, durante a aplicação da sequência, se questionou se deveria trabalhar diversos assuntos de uma maneira superficial, ou abordar poucos conteúdos de um modo mais aprofundado. Além disso, o professor apontou a importância das atividades experimentais para o entendimento dos conteúdos e também destacou a importância em trabalhar FMC no EM. Apesar disso, não foi garantido que voltaria a trabalhar esses conteúdos no próximo ano.

A proposta de trabalhar a inserção de FMC no EM a partir do desenvolvimento de uma sequência didática se mostrou bastante eficiente para atingir os objetivos propostos. Além disso, a elaboração e aplicação desta sequência didática foram de grande importância para a formação docente, visto que, além de trabalhar conceitos, específicos e didático-pedagógicos, adquiridos ao longo de quatro anos de sua formação inicial, esse foi um dos poucos momentos do curso de licenciatura que propiciaram experiências reais em sala de aula.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao Programa Nacional de Cooperação Acadêmica (Procad), pelo apoio financeiro à participação na *Reunión Nacional de Educación en Física*, evento bienal promovido por la Asociación de Profesores de Física de la Argentina – APFA.

REFERENCIAS

Alveti, M. A. S. (1999). *Ensino de física moderna e contemporânea e a Revista Ciência Hoje*. Dissertação de mestrado - Santa Catarina: Universidade Federal de Santa Catarina.

Araújo, F. M. R. (2015). *A Avaliação Formativa e o seu impacto na melhoria da aprendizagem*. Dissertação (Doutorado em Ciências da Educação) – Lisboa: Universidade de Lisboa

Barcellos, M. e Guerra, A. (2015). Inovação Curricular e Física Moderna: Da prescrição a prática. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 17(2)329-350

Bastos, F. e Nardi, R. (2009). Polêmicas sobre abordagens para o ensino de ciências: uma análise com ênfase na ideia da pluralidade metodológica. *Ensino de ciências: pesquisas e pontos em discussão*. Campinas, 5, 67-89

Brasil (2002). Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais + (PCN+) – Ciências da Natureza e suas Tecnologias*.

Brasil (2006). Secretária de Educação Básica. Ministério da Educação. *Orientações Curriculares para o Ensino Médio – Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias*.

Dolz, J., Noverraz, M. e Schneuwly B. (2004). Sequências didáticas para o oral e escrita: apresentação de um procedimento. Roxane, R. e Gláís, S. C. (eds), *Gêneros orais e escritos na escola*, 95-128,

Lobo, A. S. M. e Maia, L. C. G. (2015). O uso das TICs como ferramenta de ensino-aprendizagem no Ensino Superior. *Caderno de Geografia*, 25(44), 16-26

Martins, M. R., Palma, G. e Boldo, J. L. (2015). A Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio: Desafios e Possibilidades. In: *Simpósio Nacional de Ensino de Física*, XXI., Uberlândia – MG. *Resumos...Uberlândia*: 1-8

Melo, M. R. e Costa, E. L. (2012). Transposição Didática de Metodologia de Ensino com Ênfase CTSA NA Licenciatura em Química da UFS. *Colóquio Internacional Educação e Contemporaneidade*, VI, São Cristóvão - SE. *Resumos...São Cristóvão*, 1-13.

Melzer, E. E. M. e Aires, J. A. (2015). A história do desenvolvimento da teoria atômica: um percurso de Dalton a Bohr. *Revista de Educação em Ciências e Matemática*, Amazônia, 11(22), 62-77

Musiau, P. M. Oliveira, S., Camolês Silva, J.P., Alves, G. y Oliveira Vieira V. (2017). Qual a Necessidade do Ensino de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio? *Simpósio Nacional de Ensino de Física*, XXII. São Carlos. *Resumos... São Carlos*, 1-7.

Ostermann, F. e Moreira, M. A. (2000). Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa “Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio”. *Investigações em ensino de ciências*, Porto Alegre, 5(1), 23-48

São Paulo. (2014). Caderno do Aluno. *Física: ensino médio*. 3ª série. São Paulo: SEE, 2

Terrazzan, E. A. (1992). A inserção de Física Moderna e contemporânea no ensino de física na escola de 2º grau. *Cad. Cat. Ens. Fís.*, Florianópolis, 9(3), 209-214