FÍSICA MODERNA NA ESCOLA

Maurício Urban Kleinke[1]
Coordenador de Área do subprojeto Física Moderna
Laura Ramos de Freitas[2]
Supervisora do subprojeto Física Moderna

Introdução

Ao realizar uma revisão bibliográfica a respeito do ensino de Física Moderna no período de 2001 a 2006, Alexandro Pereira e Fernanda Osterman observaram a existência de uma centena de trabalhos, sendo que dentre eles,

> *"apenas 7 trabalhos da amostra envolveram professores em serviço ou em formação inicial []. Esse resultado pode ser considerado baixo visto a importância do tema e a tradição da formação inicial e continuada de professores enquanto linha de pesquisa da área de ensino de ciências"* (PEREIRA E OSTERMAN, 2009)

Esse resultado ressalta a importância de propostas que apresentem a Física Moderna em cursos de formação inicial de professores de Física e de Ciências, ampliando as discussões sobre as relações de ensino aprendizagem e transposição didática no ensino da disciplina, de forma a propiciar um melhor e maior desenvolvimento da área, visto que a transposição didática da Física Moderna ainda não ocorreu com plenitude e, aparentemente, apresenta um menor número de pesquisadores interessados em trabalhar nesse sentido do que ocorreu nas demais áreas da Física, com séculos de transposição.

---

[1] Dep. de Física Aplicada, Inst. de Física "Gleb Wataghin", Unicamp, Campinas, São Paulo.
[2] Esc. Estadual "Prof. Aníbal de Freitas", Campinas, São Paulo.

Analisando ainda as dificuldades associadas ao trabalho dos professores com Física Moderna nas escolas, temos as observações de Oliveira, que ressaltam, entretanto, perspectivas favoráveis:

> *"Apesar de nunca terem trabalhado formalmente com tópicos de física moderna, a maior parte dos professores se mostrou favorável à sua utilização no ensino médio." (OLIVEIRA, 2007)*

Cabe aqui observar que um dos princípios do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) é ampliar o espectro de formação inicial dos licenciandos, bem como se constituir num lugar de aperfeiçoamento e aprimoramento de novas metodologias associadas às relações de ensino/aprendizagem que possam vir a ser utilizadas nas escolas. No nosso caso, buscamos uma maior inserção da Física Moderna no universo dos futuros professores, bem como dos alunos do colégio onde atuamos.

A Escola e os Alunos

A Escola Estadual Prof. Aníbal de Freitas foi criada em primeiro de abril de 1965 e está localizada nas proximidades do centro de Campinas e de algumas escolas particulares. É uma escola tradicional que já atravessou diferentes fases no seu longo período de existência, sendo algumas delas muito difíceis. A Profa. Roseli de Fátima Silva dirige o Aníbal desde 2007, sendo que nesses anos a escola transformou-se em uma das escolas mais procuradas da cidade. Essa procura se deve muito à organização e ao estímulo à permanência e às atividades dos alunos, num ambiente de disciplina e respeito entre estes e os professores. Os alunos estão habituados a permanecerem na escola no contra-turno para realizarem diversas atividades, tais como reforço escolar; participar das atividades do PIBID, treinamento para as diferentes olimpíadas educacionais (Olimpiada Brasileira de Matemática para Escola Pública, por exemplo); dentre outras atividades.

A transformação do desempenho dos alunos da escola fica evidente ao analisarmos o IDEB (BRASIL, 2015) da escola que apresentava um índice igual a 4,3 em 2007, passando para 5,0 em 2009; dando outro salto em 2011, quando passou a 5,6; e em 2013 atingiu 5,8 pontos.

Parte dos alunos mora no da entorno escola, possuindo um bom nível socioeconômico, alguns até já tendo estudado em escolas particulares. A maioria dos alunos, entretanto, vem das periferias e alguns até de outras cidades da região metropolitana de Campinas (cidades como Sumaré, Hortolândia e Paulínia, situadas entre 20 e 40 km da escola). Observa-se que mesmo famílias com piores condições financeiras, investem para garantir uma melhor educação para os seus filhos.

Como resultado as classes são bastante heterogêneas sob o ponto de vista social, compostas por alunos com grande bagagem cultural, que viajam para o exterior e fazem diversos cursos (um grupo com um bom capital cultural) e outros que, às vezes, deixam de ir à escola por não terem como pagar a passagem do ônibus. Provavelmente esse é um dos motivos que faz com que a escola apresente bons resultados, um processo que guarda algumas características de aprendizagem similares ao *peer instruction*, onde os alunos podem aprender ao comentar e discutir entre sí (ARAUJO e MAZUR, 2013).

A escola oferece ensino fundamental (anos finais) e médio em dois períodos (manhã e tarde) e têm uma média de 35 alunos por classe sendo que os alunos do 9º ano do ensino fundamental à 3ª série do ensino médio estudam pela manhã (cerca de 420 alunos) e o restante (do 6º ano ao 8º ano) à tarde, totalizando mais de 740 alunos. Os participantes do PIBID eram alunos do 9º ano do ensino fundamental ou do ensino médio, trabalhando em conjunto as questões propostas, com aproximadamente 50 alunos participando das atividades no contraturno.

Os Licenciandos, Física Moderna e o Aníbal

No caso específico dos nossos bolsistas PIBID, todos são oriundos de cursos em áreas intensivas em Matemática e, além disso, muitos já passaram alguns semestres assistindo aulas em disciplinas de Física Básica, as quais são ministradas conjuntamente para alunos de licenciatura, bacharelado e engenharias. Essa experiência associada às vivências anteriores em classe no Ensino Médio de nossos bolsistas faz com que alguns deles desenvolvam uma visão mais “instrutivista” do que “construtivista”, o que pode gerar alguns conflitos entre sua construção pessoal de ensino de Física e as nossas propostas educacionais, bem como em sua relação com os alunos da escola.

É certo, então, que os licenciandos quando chegam aos cursos de licenciatura, trazem vívidas imagens do trabalho do professor, imagens essas que

muito raramente se alinham às orientações de uma formação inicial inspirada nos desejos atuais de reforma do ensino de ciências. As crenças dos licenciandos quase sempre estão cunhadas em um contexto de ensino tradicional, onde o ensino de Física é estruturado com ênfase na resolução de exercícios (BEJARANO E CARVALHO, 2003).

Uma das dificuldades presentes na formação de futuros professores é como interessá-los em estimular o processo de enculturamento científico dos alunos; tendo em vista que toda a estrutura formal, lógica e abstrata das ciências não faz parte das preocupações dos alunos. Cabe também nos questionarmos se nossa visão como formadores de professores propicia aos bolsistas PIBID o enculturamento científico necessário para o ensino de ciências. Sobre isso, de forma muito interessante, Paul Newton, Rosalind Driver e Johnatan Osborne propõem uma similaridade entre aprender ciência e aprender uma língua estrangeira, onde

> *Não é suficiente para os estudantes somente escutar explicações dos especialistas (por exemplo, professores, livros, filmes, computadores), eles também necessitam praticar utilizando as suas próprias ideias. "A" resposta para "a" pergunta necessita ser transformada em "suas" respostas para "suas" perguntas. Através da prática em propor e responder questões científicas, os alunos tornam-se participantes ativos na comunidade de ciência em vez de apenas observadores passivos. (NEWTON et ali,* 1993)[3].

De certa forma, essa é a questão primordial na relação entre os futuros professores e os alunos da escola: como fazer com que os licenciandos aprendam a respeitar o tempo dos alunos, as suas dúvidas e o seu processo – particular, pessoal e único – de enculturamento científico.

Uma das importantes tarefas do PIBID é permitir tanto aos bolsistas o tempo necessário para sua reflexão, elaboração e estruturação de ideias; quanto transpor para o ambiente escolar essa mesma necessidade de reflexão para os alunos. Ao observarmos as primeiras atividades de um licenciando na escola, percebemos sua tendência a repetir (alguns) padrões didático-pedagógicos antigos, os quais

---

[3] Tradução dos autores.

supomos terem sido aplicados por seus professores da educação básica e do ensino superior. Uma atitude que provoca o descolamento dos alunos em relação às propostas dos bolsistas é o que chamaremos de *tempo de reflexão escolar*, que é o tempo (cronológico) que o licenciando aguarda após solicitar dos alunos respostas a suas perguntas, avaliação de comentários ou ainda posicionamentos frente a novas situações surgidas a partir de suas proposições ou atividades experimentais. Essa "ansiedade" dos bolsistas pela resposta pronta e formal dos alunos pode ser um reflexo de sua formação universitária nas disciplinas de conteúdo científico, onde também são confrontados (na posição de alunos, e não de professores) com o mesmo pouco tempo de reflexão escolar, insuficiente para que se possa gerar uma aprendizagem ativa ou mesmo debates adequados.

Como observado por um grande número de pesquisadores, um dos principais problemas no ensino de ciências está associado a uma concepção empírico-indutivista e ateórica, "... uma concepção que destaca o papel "neutro" da observação e da experimentação esquecendo o papel essencial das hipóteses como orientadoras da investigação" (PÉREZ et alii, 2001). Uma variante dessa visão limitadora do ensino de ciências está associada (de forma muito presente em nossos licenciandos) à importância dada pela maior parte dos professores à experimentação como a solução dos problemas de ensino. Um dos desafios na Física Moderna é que a experimentação associada à boa parte dos fenômenos da disciplina é complexa, cara e de difícil interpretação. Nossa proposta foi buscar a aproximação dos alunos com a Física Moderna através de distintas metodologias de ensino: leitura de textos; uso de simulações computacionais; experimentações; apresentação de seminários pelos alunos; visitas a laboratórios e jogos educacionais. Vamos procurar apresentar a seguir as nossas experiências e os nossos resultados, esperando que possamos vir a colaborar com outros professores no sentido de tornar mais prazeroso e interessante o ensino de Física Moderna.

Física Moderna no Aníbal

POEMA DO LUCRÉCIO

Vamos a seguir buscar relatar os processos desenvolvidos para aproximar os alunos da Física Moderna. Sugerimos como mote inicial para os bolsistas que os alunos deveriam - ao final de um conjunto de atividades - compreender que todos pisamos em elétrons. Buscamos dessa forma que tantos os bolsistas quanto os alunos se apropriassem do conceito de que existe um mundo invisível aos nossos olhos, onde as estruturas (no nosso caso moléculas, átomos e elétrons) não podem ser observadas de forma direta.

Começamos esse desafio com uma leitura por parte dos licenciandos de um capítulo de um livro de divulgação científica de Hans Von Baeyer (2004), de onde adaptamos algumas atividades. Como a curiosidade sobre o mundo microscópico é muito antiga, escolhemos iniciar a discussão com um registro dos filósofos gregos sobre essas discussões, iniciamos com uma atividade interdisciplinar associada à leitura de um trecho do poema Rerum Natura, escrito por Tito Lucrécio (LUCRECIO CARO, 1962).

Por meio desse poema, Lucrécio buscava manifestar a crença de que existem coisas pequeníssimas no universo que não podemos enxergar, mas que ainda assim, estão lá e desempenham um papel crucial em sua dinâmica. Para explicar sua ideia de átomo, Lucrécio se utiliza de elementos naturais como o vento, enquanto exemplo de entidades das quais não enxergamos a matéria, mas que podemos ouvir, sentir e ver seus efeitos na natureza, tentando através das mesmas inferir a existência do átomo. A seguir citamos algumas estrofes como exemplo:

> *Talvez, no entanto, / você esteja colocando em dúvida / as minhas palavras, / porque esses meus átomos / não são visíveis a olho nu.*
>
> *Considere, portanto, / a prova maior dos corpos / cuja existência você há de reconhecer, / embora não possam ser vistos.*
>
> *Primeiro o vento, / quando a sua força aumenta, / açoita as ondas, / põe a pique barcos a vela / e dispersa formações de nuvens. [..]*

> *Sem dúvida, portanto, / deve haver partículas invisíveis de vento / que varrem o mar, a terra e as nuvens no céu, / investindo contra eles e / turbilhonando-os em um impetuoso furacão.* (LUCRECIO CARO, 1962)

Os alunos leram o poema em conjunto com os licenciados, em voz alta, sendo discutidas desde a construção e a estrutura das frases, como as analogias propostas. Os alunos contextualizaram o texto para situações e linguagens que lhes eram mais familiares e no desenrolar desse processo, retomaram as discussões históricas sobre átomos como “partículas invisíveis”. A leitura coletiva de um texto com um português clássico promoveu boas discussões, tanto entre os bolsistas quanto entre os alunos. Essa foi nossa primeira abordagem dos átomos com um poema histórico, sendo que o passo seguinte foi utilizar uma variante experimental, a partir de um experimento associado à difusão.

A DIFUSÃO E OS ÁTOMOS

A atividade proposta foi pingar algumas gotas de corante em um vidro cheio de água. A ideia era associar a difusão à dispersão de átomos não visíveis, que apesar de não poderem ser vistos de forma individual, podem ter o seu efeito, a sua ação conjunta associada ao processo de difusão do corante na água. Processo que induz a observar moléculas de corante a partir do efeito coletivo das mesmas. Os alunos foram convidados a observarem e discutirem o que ocorria. O maravilhoso efeito visual da difusão de mais de um corante chamou muito a atenção, permitindo indagar e ampliar a discussão sobre efeitos associados a moléculas que não enxergamos individualmente, mas somente em situações coletivas. Os alunos documentaram com fotografias (utilizando os telefones celulares) as estruturas formadas, e buscaram na Internet relações com imagens similares que haviam visto, porém com pouca associação com o conceito atômico ou de difusão browniana. As imagens que eles propuseram eram somente estéticas, não eram imagens científicas. Ocorreu uma grande aderência dos alunos à discussão sobre o que estava se difundindo, o que a visualização representava, como associar a forma aos modelos básicos.

Na Fig. 1 é apresentado o processo de difusão do corante na água, bem como a observação e a discussão dos alunos sobre o que estão observando, o que representam as formas e as estruturas associadas à difusão e aos efeitos da força da gravidade, entre outros.

Figura 1. O conceito do átomo e a difusão de corantes

As duas primeiras atividades permitiram que os alunos desenvolvessem um conceito pessoal sobre a existência de partículas invisíveis a olho nu. Após nos aproximarmos do átomo como algo invisível, o nosso próximo passo foi apresentar aos alunos a evolução dos modelos de representação dos átomos que se processaram nos anos iniciais do Séc. XX.

OS MODELOS ATÔMICOS

No caso dos modelos atômicos, novamente compusemos distintas metodologias de ensino, iniciando pela apresentação de quatro seminários por grupos de alunos, sendo que cada um dos grupos trabalhou a apresentação de um dos modelos atômicos sugeridos (a saber: modelos de Dalton, Thompson, Rutherford e Bohr). Os seminários foram preparados coletivamente com a participação de bolsistas e alunos nas apresentações, sendo que a totalidade dos alunos buscou informação na Wikipedia. Essa constatação indica a necessidade de se investir coletivamente na qualidade e confiabilidade das informações postadas na Wikipedia, pois é a primeira fonte de informação acessada pelos alunos.

Após a apresentação dos seminários, utilizamos as simulações presentes no projeto Phet da Universidade do Colorado[4], onde diferentes simulações foram utilizadas pelos alunos na sala de informática da escola. O conjunto de simulações proposto permite a observação de possíveis resultados para os distintos modelos atômicos, bem como uma simulação mais próxima do que conhecemos hoje como os modelos mais completos. Os alunos estabeleceram uma excelente relação entre suas pesquisas para o seminário e a manipulação das simulações computacionais, tendo discutido e comparado os resultados de suas pesquisas com as observações computacionais.

Nesse processo de discutir os modelos enfatizamos o modelo do átomo proposto por Niels Bohr, pois ele se relaciona com fenômenos associados à cor da luz emitida, sendo essa associada aos níveis de energia das estruturas atômicas e moleculares.

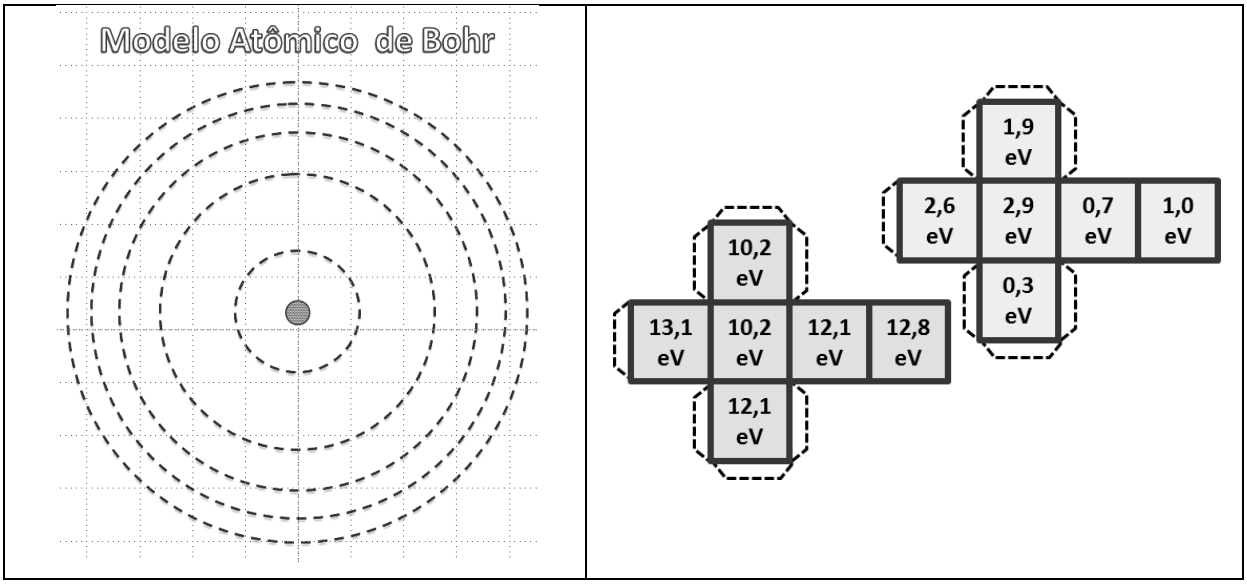
Visando trabalhar conceitos sobre o modelo de Bohr associado a um universo mais lúdico, propusemos aos alunos um jogo de dados para trabalhar com os seus níveis de energia. Essa atividade foi baseada no material sugerido para a rede pública do Estado de São Paulo (CADERNO DO PROFESSOR, 2009). Esse jogo/modelo pressupõe que existam níveis de energia fixos nos átomos, e que um elétron só irá trocar de nível energético ao receber exatamente a energia necessária para atingir outro nível. A energia de cada um dos níveis é obtida por uma expressão relativamente simples ($E_n = -13{,}6\ eV/n^2$), onde o número quântico n define qual a energia do átomo no n-ésimo nível. Cada jogador representa um elétron – representado por uma pastilha plástica – e o objetivo do jogo é que o elétron ganhe energia o suficiente para abandonar o átomo. Os dados – que foram recortados e montados pelos alunos – apresentam um valor de energia em cada face, sendo que o elétron pode ou não “ganhar” essa energia ao lançar os dados. Como as transições entre os níveis só podem ocorrer com valores exatos de energia, dependendo do valor de energia obtido nos dados, o jogador poderá ou não “saltar de nível orbital”. Ganha o jogo “o elétron” que conseguir obter energia suficiente para abandonar o átomo (ou seja, atingir o último círculo proposto no jogo). Os alunos calcularam as energias de cada um dos níveis, a partir do número quântico n, e se divertiram com a

[4] https://phet.colorado.edu/en/simulation/hydrogen-atom.

“competição quântica”. É óbvio que o jogo apresenta uma série de simplificações em relação ao modelo completo do átomo de Bohr, porém cumpriu o objetivo do cálculo pelos alunos dos níveis de energia e do entendimento preliminar sobre as transições possíveis de elétrons.

Um exemplo do material fornecido aos alunos para a construção dos dados e a planilha do jogo são apresentados na Fig. 2.

Figura 2. Tabuleiro e dados do jogo sobre o modelo atômico de Bohr



No colégio de aplicação da Universidad Nacional Autónoma de México foi realizado um projeto similar ao nosso e os resultados indicaram que “*ensinar os modelos atômicos são uma porta para conduzir os estudantes a estudar Física Quântica, pois introduz a linguagem e o ponto de vista dessa nova ciência*[5]” (HUERTA, 2012). Concordamos plenamente com essas observações, além de lembrar que os modelos atômicos permitem uma aproximação interdisciplinar com os professores de química, na estrutura curricular brasileira.

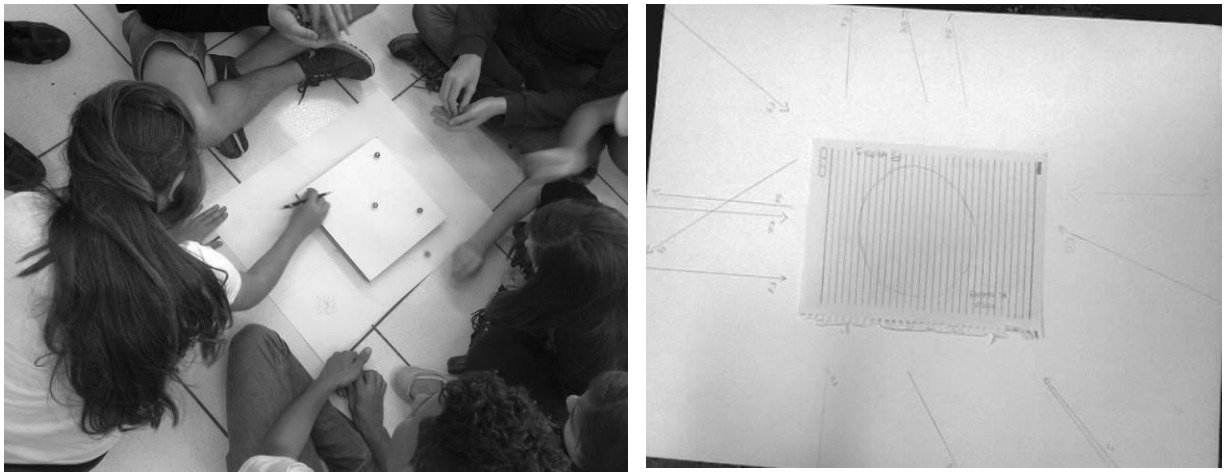
OLHANDO ALGO INVISÍVEL

Depois de os alunos já terem alguma noção do experimento de Rutherford (onde partículas alfa foram espalhadas por folhas de ouro), propusemos a realização

[5] Tradução dos autores.

de um experimento sugerido para o ensino médio (CADERNO DO PROFESSOR, 2009). O roteiro proposto apresenta o sugestivo nome de “Olhando algo invisível!” e consiste em compreender que bolinhas de gude quando são arremessadas, colidem com um anteparo e retornam em uma trajetória a qual, geralmente, pode ser explicada a partir do ângulo de colisão. O ângulo de colisão está associado à estrutura e ao formato do anteparo que existe sob a tábua. Ao serem prolongadas as trajetórias de entrada e saída das bolinhas de gude, no caso de elas terem colidido com o anteparo, ambas as trajetórias se cruzam no ponto de colisão da bolinha com o anteparo. A partir da análise das trajetórias das bolinhas (sem olhar a estrutura sob a madeira), os alunos deveriam desenhar o formato do anteparo. A Fig. 3 apresenta os alunos realizando essa atividade e as trajetórias observadas na cartolina.

Figura 3. Observando algo invisível!



Esperávamos que os alunos obtivessem sucesso com certa facilidade, visto que era um experimento sugerido para as escolas. Não foi exatamente o que observamos. Apesar de alguns grupos terem conseguido compreender a operação e obter alguns resultados, nem todos os alunos se empenharam na operação de medida, apesar do esforço dos bolsistas. Não é uma experiência tão trivial, em parte provavelmente pelos conceitos associados a colisão e trajetórias das partículas, associados à necessidade de um controle apurado das trajetórias de entrada e saída das bolinhas do aparato, a fim de permitir realizar um bom mapeamento descritivo do obstáculo sob a tábua.

O ESTOJO DE LÂMPADAS

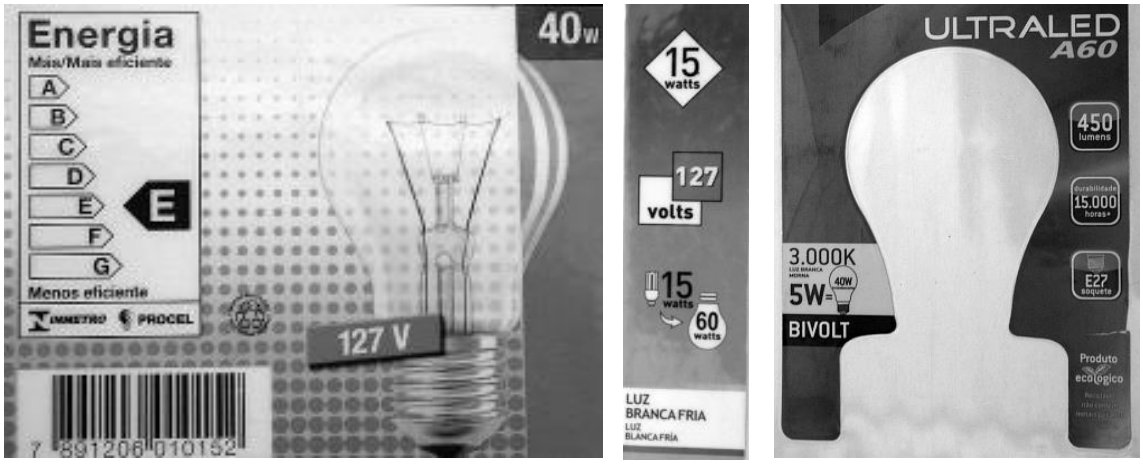
Um dos motivos de introduzir o modelo do átomo de Bohr é que ele é um excelente exemplo para compreender um pouco mais dos fótons, que são emitidos nas transições dos elétrons entre os níveis atômicos. E são os fótons que estão associados com as cores e (parte da) nossa percepção das cores. Uma das formas de aproximar a mecânica quântica do cotidiano dos alunos foi propor a observação do espectro associado à emissão de luz de lâmpadas comerciais variadas. Para permitir essa visualização, foi construída um estojo de lâmpadas, o qual consistiu de uma série de nichos, pintados de preto, com as lâmpadas no fundo dos nichos, com um interruptor para cada uma das distintas lâmpada.

A seguir serão apresentados alguns resultados associados à análise dos invólucros das lâmpadas, do espectro qualitativo observado com espectroscópios e do espectro quantitativo medido em laboratório e apresentado aos alunos para interpretação. Por fim, será discutida a situação onde os alunos operam um espectrômetro profissional, em um Laboratório de Ensino de Ótica na Unicamp, e realizam algumas medidas.

ANALISANDO OS INVÓLUCROS DAS LÂMPADAS

Antes de serem acesas as lâmpadas no estojo de lâmpadas, os alunos foram convidados pelos bolsistas a discutirem que informações era possível se obter sobre as lâmpadas ao analisar os invólucros (proteções de papel) das mesmas. Geralmente, esses invólucros apresentam informações tais como o modelo, a tensão, a potência, o grau de economia, dentre outros detalhes, como se observa na Fig. 4.

Figura 4. Leitura dos invólucros das lâmpadas



Foi solicitado aos alunos que estabelecessem uma relação entre os invólucros e as lâmpadas existentes no estojo de lâmpadas, indicando qual lâmpada pertencia a qual invólucro. A seguir apresentaremos as transcrições das ótimas discussões dos alunos sobre as lâmpadas e os invólucros, mediadas coletivamente pela equipe do PIBID.

(Grupo 1)

O que que é Watts então? Vocês já viram que Watts é uma coisa que elas têm em comum.
-Potência, né?
Potência, o que é que é potência então?
-Potência é o quanto dura a lâmpada, ou a luz dela...
-Não sei, o que é?
-O quanto dura é a resistência dela.
-Potência é a força da luz... ... a quantidade da luz que ela transmite
Uma das coisas que potência é a quantidade de luz. Que mais que potência indica?
Onde na casa de vocês aparece Watts?
-Som
-Chuveiro?
- Chuveiro tem watt no chuveiro,
- Tem sim, mas nunca prestei atenção...
- Também não
....
Liguem todas as lâmpadas. Vão lá e escolham quais são as lâmpadas que esquentam e não esquentam.
- A segunda,
- Essa não é quente, essa também não.
- Essa é menos quente, essa é mais quente, essa não é quente
- Olhe aqui. Qual a menos quente?
....
Por que você sabe que essa é essa?
- Porque bateu os negócios...
-Só tem uma com luz vermelha e está escrito que tem luz vermelha aqui
- Qual das duas é a lâmpada LED?

(Grupo 2)

O que elas têm em comum?
- Todas são lâmpadas
- Todas são de 127 V? Estou zoando?
O que é que aparece em todas as caixas de lâmpada?
- O que significa esse negócio aqui... isso aqui é E..
-Isso aqui é o quanto ela gasta de energia
Que tipo de lâmpada que você tem? Como chamas essa lâmpada aqui de cima?
- Fluorescente.
- Incandescente
- Incandescente é outro tipo de lâmpada
- Incandescente gasta mais energia que a fluorescente
O que que todas elas têm em comum?
- Indicador de Watts
- Consomem energia

- Consumo de energia
- Elas têm consumos variados
- Essa consome 40, essa 50, outra 15 e 5
Vão até as lâmpadas e tentem identificar as lâmpadas com o consumo.
- (Aproxima a mão para ver qual esquenta mais, qual esquenta menos...)
- A vermelha esquenta bem mais de 40 W , tem 40 watts
- Essa aqui nem esquenta
- Não imbecil, vai torrar o dedo! O verde o vermelho
- A vermelha é quente A quente é a vermelha.
- Quentinha é a vermelha, a vermelha é mais quentinha...

(Grupo 3)
Vocês têm na mesa quatro caixas de lâmpadas, o que tem de comum entre as quatro caixas de lâmpada?
- Lúmen?
- Todas elas acendem?
Tem lúmen, eu não vi.
- Lúmen
-Tem lúmen?
- Essa tem, essa tem, era dessa
O que é lúmem?
- Lúmen é emissão de luz
Quais são os valores de indicação de emissão de luz nas caixas?
- Essa não tem
- 450 lúmens
Que outra coisa elas têm em comum?
- Todas têm uma potência....
- Todas as potências são diferentes
- Essa aqui é de 5 W de potência, esse tem 40 W
- Essa é de 50 W, mais potente do que a outra.
Mais potência significa o quê?
- Mais lùmens
- A minha é essa daqui porque é verde
- A verde tem 40 Watts
- 40 Watts e 230 Volts
- Gente, mas isso aqui não é verde!
- Cadê o amarelo?
- Cadê a minha?
- As que são quentes são... fluorescentes, não... incandescentes
- A vermelha e a verde estão quentes prá burro...
- Essa é 50 V
- Eu acho que é assim
- A minha já está na cara que é essa aqui...

Como se pode perceber em alguns dos detalhes da transcrição acima, a simples observação dos invólucros das lâmpadas permite criar uma excelente discussão contextualizada sobre conceitos de potência, tensão, luminosidade e economia de energia elétrica. Quando iniciamos a discussão, não tínhamos (equipe do PIBID) atentado para a existência da indicação dos lúmens em algumas das caixas de lâmpadas, o que foi observado e ressaltado pelos alunos.

O que se constata é que o uso de elementos cotidianos, como as lâmpadas, pode contextualizar a discussão de questões físicas, aproximando e permitindo a ocorrência do letramento científico de forma natural, com os conceitos de ciência se aproximando e sendo aplicados no dia-a-dia dos alunos.

ESPECTROS QUALITATIVOS

O propósito dessa atividade foi propiciar aos alunos a possibilidade de construírem (com suas próprias mãos) uma ferramenta para estudar a luz, um espectroscópio caseiro. Nosso interesse foi apresentar os fenômenos óticos associados ao espalhamento de cores por um prisma ou uma grade de difração. Foram utilizadas lâminas de discos DVD como grades de difração nas montagens dos espectroscópios (CAVALCANTE, 2002). Nós utilizamos espectroscópios que devem ser "olhados" pelos alunos, similar ao projeto apresentado pela Sociedade Brasileira de Física para comemorar o Ano Internacional da Luz[6]. Mais tarde, percebemos que existem propostas mais avançadas e que podem ser mais interessantes para trabalhar com os estudantes em classe, que é a construção de um espectroscópio associado ao telefone celular, o que permite uma melhor observação e inclusive calibração das medidas (SCHEELINE, 2010).

A construção e o uso do espectroscópio estabeleceram sempre uma relação dialógica com todos os conceitos e modelos apresentados anteriormente. Foi possível relacionar as cores com os fótons – os quais refletem as emissões de energia dos átomos, associadas às transições dos elétrons entre os níveis energéticos – bom como com nosso olho e nosso cérebro.

Refletir sobre os espectros das lâmpadas depende da natureza da luz em cada lâmpada. É fundamental conhecer os diferentes fenômenos envolvidos na formação da luz nos distintos tipos de lâmpadas, o que conduziu os bolsistas a pesquisarem e estudarem sobre os distintos tipos de lâmpadas (PAR[7], fluorescente, incandescente, etc.). Os espectros das lâmpadas são função das reações físico-químicas envolvidas na emissão de luz por cada lâmpada. Como primeiros passos para a aprendizagem por parte dos alunos, eles analisaram que lâmpadas esquentavam mais ou menos, buscando discutir por que elas esquentavam.

---

[6] http://www.sbfisica.org.br/v1/arquivos_diversos/light2015/Espectroscopio_SBF.pdf

[7] PAR é a abreviatura de Parabolic Aluminized Reflector, refletor parabólico aluminizado.

(emissão de radiação na faixa do infravermelho). O estojo de lâmpadas propiciou as observações dos espectros provenientes de diferentes fontes de luz e a comparação desses espectros.

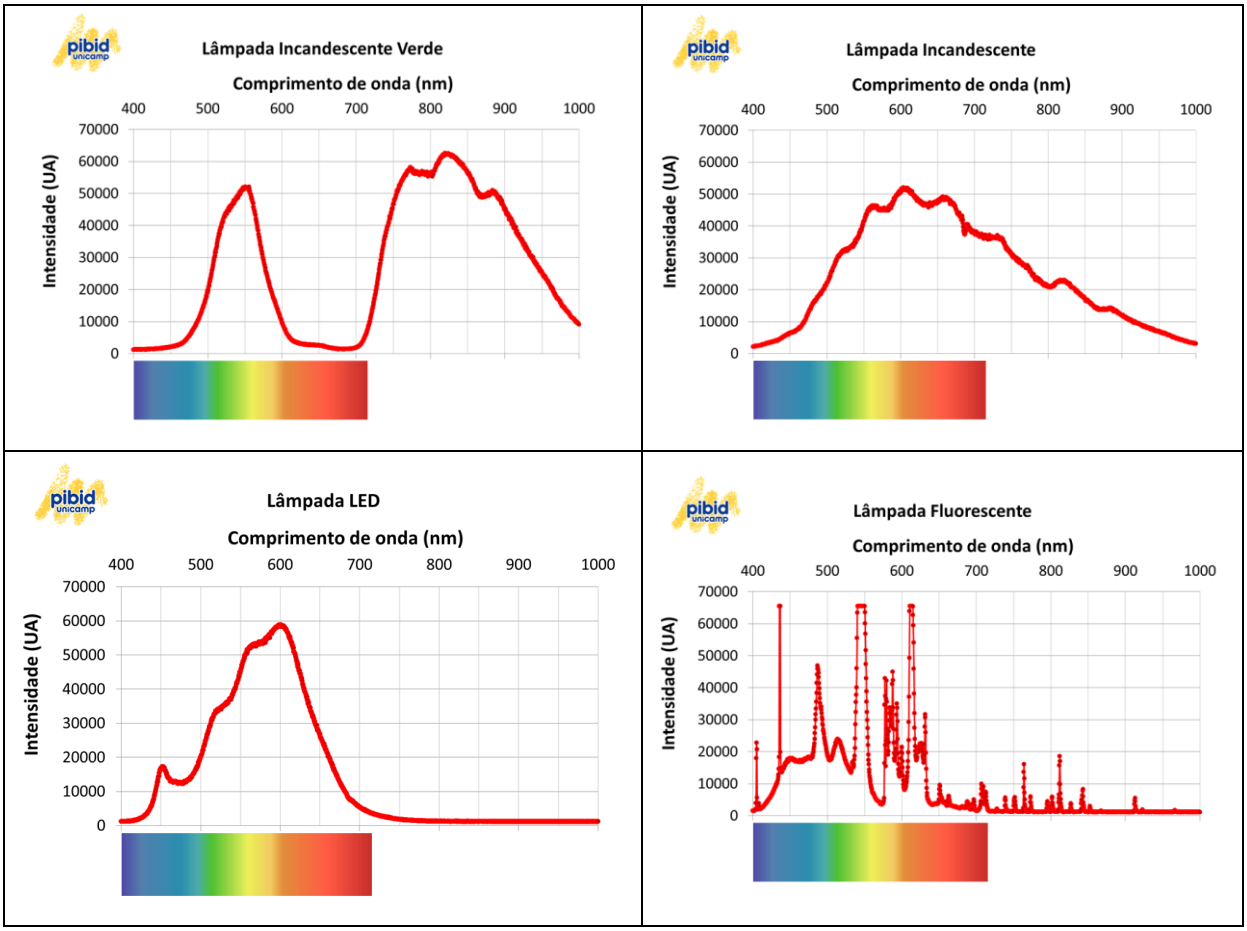
Para os licenciandos, essa atividade propiciou o aprendizado de formas de dirigir o trabalho e o desenvolvimento autônomo dos alunos. Aprender a conduzir as perguntas e respostas de forma que os alunos pudessem encontrar as respostas por conta própria foi um ganho no aprendizado dos bolsistas.

Ainda no contexto dessa atividade foi possível aos bolsistas PIBID explicarem aos alunos como são identificados, nos observatórios astronômicos os elementos presentes nas estrelas e corpos celestes distantes (como o Sol), apenas pelo estudo do espectro emitido por tais corpos.

ESPECTROS QUANTITATIVOS

Foram medidos os espectros de quatro lâmpadas: uma lâmpada incandescente verde; uma lâmpada incandescente incolor; uma lâmpada LED e uma lâmpada fluorescente. Os espectros são apresentados na Fig. 5 .

Figura 5. Espectros de diferentes lâmpadas



Nos espectros da Fig. 5 é possível observar as relações entre o espectro de luz visível (apresentado na seção inferior da lâmpada) e a intensidade da luz, em unidades arbitrárias. Esses espectros, sem os nomes das lâmpadas, foram fornecidos aos alunos e foi solicitado que eles buscassem as lâmpadas correspondentes no estojo de lâmpadas. Além dos gráficos com os espectros, os alunos utilizaram seus espectroscópios para análise qualitativa da emissão das lâmpadas. A observação da lâmpada fluorescente com o espectroscópio é muito interessante, pois os picos presentes no espectro aparecem nitidamente como faixas de cores mais intensas. Encontrar quais eram as lâmpadas correspondentes foi uma tarefa concluída rapidamente pelos alunos, não apresentando maiores dificuldades.

Após a identificação, foi realizada uma discussão coletiva para explicar os fenômenos associados aos diferentes espectros. Por exemplo, qual o papel do filtro na lâmpada incandescente verde; qual a relação entre as emissões quantizadas de luz e os picos da lâmpada fluorescente, dentre outras discusssões.

Para buscar finalizar o ciclo associado a essas medidas, consideramos importante para os alunos conhecerem a origem dos espectros que eles caracterizaram e então organizamos uma excursão ao Laboratório de Ensino de Ótica do Instituto de Física “Gleb Wataghin” da Unicamp, para que eles travassem contato com os equipamentos profissionais.

QUANDO A ESCOLA ENCONTRA O LABORATÓRIO

Nosso objetivo com a aproximação da escola e do laboratório era propor uma modificação no perfil conceitual dos alunos em sua relação com ciência, colocando-os em contato com os locais onde se “faz ciência” e rompendo com a visão de uma ciência distante e incompreensível. No Laboratório de Ensino de Ótica os alunos tomaram contato com o espectrofotômetro profissional utilizado nas medidas dos espectros que eles já haviam analisado para a caracterização das lâmpadas. Os licenciandos já conheciam o equipamento, pois foram eles que mediram os espectros das lâmpadas do estojo.

Para uma avaliação informal do quanto os alunos tinham conseguido reter e aprender sobre esse processos de caracterização de espectros luminosos, foi sugerido que eles medissem o espectro de um laser que emite no vermelho (um laser de cor vermelha).

Porém, antes dos alunos ajustarem o laser ao fotodetector para realizar a medida, perguntamos o que eles esperavam obter como espectro gráfico na tela do computador acoplado ao espectrofotômetro. Com um grande ar de indiferença e/ou tédio, os alunos olharam para nós e disseram que seria um pico acima dos 600 nm.

Foi uma experiência fantástica observar que os alunos haviam conseguido transformar algumas medidas óticas em conceitos bem estabelecidos, seja sob o aspecto qualitativo da resposta (um pico) quanto pelo aspecto quantitativo associado ao comprimento de onda da luz vermelha.

Figura 6. Aluno operando o espectrofotômetro profissional

Os conceitos associados a cor, comprimento de onda e formato dos espectros de fontes luminosas foram absorvidos pelos estudantes. Uma atitude por parte dos alunos que nos chamou a atenção foi o fato de que, mesmo tendo um contato inicial indireto com o equipamento utilizado para medir os espectros óticos, foram capazes de aproximar as informações em um novo ambiente, completamente distinto do ambiente escolar, como se percebe na imagem.

Conclusão

Os bolsistas tiveram contato com um conjunto de diferentes metodologias de ensino; e aplicaram essa metodologia aos alunos do Aníbal. Esse processo permitiu aos bolsistas refletir sobre o que é necessário para que os seus alunos, atuais e futuros, possam vir a se apropriarem dos conceitos da Física Moderna.

No processo de estudar e planejar como aplicar a mecânica quântica na sala de aula da educação básica percebemos que – desde que exista uma preocupação com o tempo de reflexão escolar e com critérios mínimos de transposição didática – é possível e viável ensinar conceitos básicos de Física Moderna para os alunos.

Para tanto, se faz necessário que uma série de propostas de abordagens e experimentos possam ser conduzidos à sala de aula, com o cuidado e o tempo escolar adequados.

Os ensaios que permitem o desenvolvimento dessas estruturas didáticas só podem ocorrer em condições muito especiais de interação entre os mundos escolar e do ensino superior, as quais são fornecidas pelo PIBID.

Dessa forma, acreditamos que o PIBID é o programa com o maior potencial efetivo de vir a promover e vir a criar uma nova geração de professores, com vínculos mais sólidos e mais fortes, seja com os conhecimentos básicos das diferentes áreas de conhecimento ou com as metodologias educacionais, mas – principalmente – com a educação pública brasileira.

Bibliografia

ARAUJO, Ives Solano; MAZUR, Eric. Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v. 30, n. 2, p. 362-384, 2013.

BEJARANO, Nelson Rui Ribas e CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Tornando-se professor de ciências: crenças e conflitos, Ciência & Educação, v. 9, n. 1, p. 1–15, 2003.

BRASIL, Resultados do IDEB, acessados em http://ideb.inep.gov.br/resultado/resultado/resultado.seam?cid=3864132 em 10 de agosto de 2015.

CADERNO DO PROFESSOR, Física, Ensino Médio 3ª série, volume 3; São Paulo, SEE, 2009.

CAVALCANTE, Marisa Almeida e TAVOLARO, Cristiane. Construa seu espectrômetro, Física na Escola, v. 3, n. 2, pp. 40-42, 2002.

HUERTA, Virgen; SEGARRA, Pilar e ORTIZ, María de los Ángeles. Atomic models evolution in Mexican high school students, Lat. Am. J. Phys. Educ. Vol. 6, Suppl. I, p. 368-371, 2012.

LUCRÉCIO CARO, T. Da natureza. Porto Alegre: Globo, 1962.

NEWTON Paul; DRIVER, Rosalind e OSBORNE, Jonathan. The place of argumentation in the pedagogy of school science, International, Journal of Science Education, v. 21 n.5, 553-576, 1993 DOI: 10.1080/095006999290570

OLIVEIRA, Fabio Ferreira; VIANNA, Deise Miranda e GERBASSI, Reuber Scofano. Física moderna no ensino médio: o que dizem os professores, Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 29, n. 3, p. 447-454, 2007.

PÉREZ, Daniel Gil; MONTORO, Isabel Fernández; ALÍS, Jaime Carrascosa; CACHAPUZ António e PRAIA, João. Para Uma imagem não deformada do Trabalho Científico, Ciência & Educação, v.7, n.2, 2001.

SCHEELINE, Alexander. Teaching, Learning, and Using Spectroscopy with Commercial, Off-the-Shelf Technology, Applied Spectroscopy V. 64, N. 9, pp. 256A-262A, 2010.

VON BAEYER, Hans Christian, A física e o nosso mundo: como entender fenômenos e mistérios através da Física, Rio de Janeiro, Elsevier, 2004.