

EXTENSÃO COMO FERRAMENTA AUXILIADORA AO ENSINO DE FÍSICA ATRAVÉS DA CONSTRUÇÃO DE EXPERIMENTOS USANDO MATERIAIS RECICLÁVEIS E DE BAIXO CUSTO**EXTENSION AS AN AUXILIARY TOOL FOR PHYSICS TEACHING BY BUILDING EXPERIMENTS USING LOW-COST RECYCLABLE MATERIALS****LA EXTENSIÓN COMO HERRAMIENTA AUXILIAR PARA LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE EXPERIMENTOS CON MATERIALES RECICLABLES DE BAJO COSTO**

João Pedro Sousa de Menezes Sá¹
Heydson Henrique Brito da Silva²
Jaqueline Fonsêca dos Santos³
Renato Nunes Ramalho⁴

RESUMO

Historicamente verifica-se que a disciplina de Física é tratada como um grande empecilho para estudantes do ensino médio. A construção e utilização de experimentos desenvolvidos têm o diferencial de garantir maior grau de liberdade, permitindo que os/as alunos/as interajam não só com fórmulas, mas também com a própria produção dos fenômenos físicos. Isto permite que uma aprendizagem significativa seja alcançada, aguçando a curiosidade do/da aluno/ e o engajamento na disciplina, gerando assim a autoconfiança e a autoestima através de abordagens lúdicas e interativas. Neste trabalho faremos inicialmente uma abordagem teórica sobre as vantagens da utilização da prática experimental no ensino de Física, evidenciando como esta prática se mostra como uma ferramenta poderosa na facilitação do processo de ensino-aprendizagem. Subsequentemente, faremos um relato de desenvolvimento de atividades extensionistas através de um projeto vinculado ao programa de Bolsas de Extensão (PROBEX) da Universidade federal de Campina Grande (UFCG) em parceria com uma escola pública estadual. Neste projeto, atuamos em conjunto com os discentes e docentes na montagem de experimentos com materiais recicláveis e de baixo custo nas disciplinas de Física do ensino médio, em turmas do primeiro ao terceiro ano, suprimindo assim deficiências da escola em atividades práticas de laboratório.

¹ Discente do curso de Licenciatura em Física e bolsista do projeto PROBEX do Centro de Formação de Professores (CFP) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). E-mail: jp.pedro.sms@gmail.com.

² Professor Adjunto em Física e coordenador de projeto PROBEX do Centro de Formação de Professores (CFP) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). E-mail: heydsonhenrique@gmail.com.

³ Discente do curso de Licenciatura em Física e bolsista do projeto PROBEX do Centro de Formação de Professores (CFP) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). E-mail: jaquelinecam12@hotmail.com.

⁴ Discente do curso de Licenciatura em Física e voluntário do projeto PROBEX do Centro de Formação de Professores (CFP) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). E-mail: renatoramalho2610@gmail.com.

Palavras-chave: Extensão universitária. Ensino de Física. Experimentação. Materiais de baixo custo. Materiais Recicláveis.

ABSTRACT

Historically it has been found that the discipline of physics is treated as a major obstacle for high school students. The construction and use of developed experiments have the differential of ensuring a greater degree of freedom, allowing students to interact not only with formulas, but also with the production of physical phenomena themselves. This allows meaningful learning to be achieved by piquing student curiosity and engagement in the discipline, thus generating self-confidence and self-esteem through playful and interactive approaches. In this work, we will initially take a theoretical approach on the advantages of using experimental practice in physics teaching, highlighting how this practice proves to be a powerful tool in facilitating the teaching-learning process. Subsequently, we will report on the development of extension activities through a project linked to the Federal University of Campina Grande (UFCG) Extension Scholarship Program (PROBEX) in partnership with a state public school. In this project, we work together with students and teachers to set up experiments with low-cost and recyclable materials in high school physics subjects, in grades one to three, thus addressing the school's shortcomings in practical laboratory activities.

Keywords: University extension. Physics Teaching. Experimentation. Low-cost materials. recyclable materials.

RESUMEN

Históricamente se ha descubierto que la disciplina de la física se trata como un obstáculo importante para los estudiantes de secundaria. La construcción y el uso de experimentos desarrollados tienen el diferencial de garantizar un mayor grado de libertad, lo que permite a los estudiantes interactuar no solo con fórmulas, sino también con la producción de fenómenos físicos. Esto permite que se logre un aprendizaje significativo al despertar la curiosidad y la participación de los estudiantes en la disciplina, generando así autoconfianza y autoestima a través de enfoques lúdicos e interactivos. En este trabajo abordaremos inicialmente un enfoque teórico sobre las ventajas de utilizar la práctica experimental en la enseñanza de la física, destacando cómo esta práctica demuestra ser una herramienta poderosa para facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Posteriormente, informaremos sobre el desarrollo de actividades de extensión a través de un proyecto vinculado al Programa de Becas de Extensión (PROBEX) de la Universidad Federal de Campina Grande (UFCG) en asociación con una escuela pública estatal. En este proyecto, trabajamos junto con estudiantes y maestros para organizar experimentos con materiales reciclables de bajo costo en materias de física de la escuela secundaria, en los grados uno a tres, abordando así las deficiencias de la escuela en actividades prácticas de laboratorio.

Palabras clave: Extensión Universitaria. Didáctica de la física. Experimentación Materiales de bajo costo. Materiales reciclables.

INTRODUÇÃO

Desde o “surgimento” da espécie humana no globo terrestre, a necessidade de ensinar e aprender mostra-se presente. Antes, como meio de sobreviver às adversidades, hoje, além desta demanda de pagar as contas, como caminho transcendente para encontrar-se “consigo mesmo e os demais” (FREIRE, 1987, p.6) e dessa forma, posicionar-se onde e como quiser e guiar-se (levando um pouco do mundo consigo) para um futuro melhor. Portanto, a tarefa de auxiliar as novas gerações, nessa jornada, torna-se de imenso valor, visto que se pode medir a prosperidade de um povo pela qualidade de sua educação. Surge daí duas das perguntas mais importantes dessa temática: “quais conhecimentos são importantes?” e “como deve ser a abordagem desses conhecimentos no ensino?”. Existe um empecilho cronológico: não há tempo para apreender todo o conhecimento já produzido pela humanidade em uma vida. Áreas do conhecimento devem ser selecionadas e dentro de cada área, selecionar ainda mais. Para Feynman *et al.* (2011):

If you are going to be a physicist, you will have a lot to study: two hundred years of the most rapidly developing field of knowledge that there is. So much knowledge, in fact, that you might think that you cannot learn all of it in four years, and truly you cannot. (FEYNMAN *et al.*, 2011, p. 38).

Técnicas de transposição didática procuram mitigar esse problema, mas como se já não fosse o bastante, ainda deve-se lidar com o *animus* do aluno, que no latim pode ter duplo significado: tanto o de coração (como sede da coragem, da vontade, do desejo, das inclinações e das paixões) como o de Espírito; de fato, o professor lida com o que existe de mais complexo na existência e na criação. Freud já afirmava com precisão: as três profissões impossíveis são educar, curar e governar. Ainda levantando as problemáticas, além dos problemas físicos-temporais e filosóficos, ainda se encontra mais um agravante: o problema regional. Vivemos numa realidade onde o Brasil se encontra entre os países que possuem mais baixos índices de educação do mundo, de acordo com os últimos resultados do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (em inglês, PISA) no ano de 2015, com problemas culturais bárbaros como os altos índices de evasão, piorando com a carência de profissionais adequados para as disciplinas (MELO *et al.*, 2015). Apesar das tamanhas adversidades, deve-se lembrar que o tamanho dos feitos são proporcionais às dificuldades que são vencidas. Não se pode mudar ao bel prazer o *animus* dos alunos, mas o intermediador pode direcionar seu *animus* para garantir uma aprendizagem significativa e transformadora na vida dos mesmos.

A carência de motivação e de contextualização estão entre os principais fatores relacionados aos problemas enfrentados no ensino, como afirmam Bonadiman e Nonenmacher (2007):

Muitas das dificuldades enfrentadas pelo professor de Física em sala de aula, principalmente as relacionadas com a questão do gostar e do aprender, a nosso ver podem ser contornadas por ele mesmo, com o auxílio de uma metodologia adequada de ensino (BONADIMAN; NONENMACHER, 2007).

Neste trabalho pretendemos mostrar como um projeto de Extensão pode amenizar problemas enfrentados em sala de aula em relação ao processo de ensino-aprendizagem. Não lidaremos aqui do recorte mais harmonioso das áreas de conhecimento ou de como deveria ser o currículo, e sim de como estimular e potencializar seu aprendizado. Especificamente, iremos aqui relatar o desenvolvimento de um projeto de extensão em Física financiado pelo Programa de Bolsas de Extensão (PROBEX) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Neste projeto, alunos de Licenciatura em Física realizaram a construção de experimentos utilizando matérias simples, de baixo custo e até materiais recicláveis, em conjunto com alunos e o professor de turmas das três séries do ensino médio da Escola Cidadã E.E.E.M. Crispim Coelho, localizada na cidade de Cajazeiras-PB. Os objetivos desta ação foram de: 1- Suprir deficiências dessas escolas em atividades práticas de laboratório; 2- Propiciar um ensino de melhor qualidade; e 3- auxiliar na capacitação e aprimoramento dos professores de Física dessas instituições de ensino quanto à realização de experimentos e apoio às aulas teóricas. Para a elaboração dos experimentos, usamos como base o *site* do Grupo de Experimentos de Física da UNESP⁵ onde constam diversos procedimentos de montagem de experimentos em mecânica, óptica, Física térmica, eletricidade e magnetismo.

Esta ação extensionista dos bolsistas e voluntários permitiu mitigar os problemas decorrentes do grande número de alunos em sala, permitindo mais proximidade às especificidades do aluno. Além disso, o tempo em sala torna-se otimizado trazendo mais flexibilidade na ação intermediadora, tanto no planejamento de atividades (com mais opções e viabilidade de execução) quanto na prática das aulas. Com a experimentação, visamos aguçar a curiosidade do aluno, o engajamento na disciplina, a noção dos limites das teorias, como também estimular a autoconfiança e a autoestima através de abordagens lúdicas e interativas.

Abordaremos aqui três experimentos, dentre inúmeros realizados. O primeiro chama-

5 <http://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/>

se “*Gerando corrente elétrica de um limão*” e foi desenvolvido na turma do 3º ano. O segundo experimento chama-se “*Gotas marcantes*” e foi realizado na turma de Prática Experimental. A turma de Prática Experimental é um componente curricular da escola onde são realizadas atividades experimentais em Física com as três séries do ensino médio (cada semana participa uma turma diferente, de modo rotativo). Por fim, o terceiro experimento a ser relatado é chamado de “*Nuvem na Garrafa*”, desenvolvido também na turma de Prática Experimental.

BENEFÍCIOS DA PRÁTICA EXPERIMENTAL

A experimentação transforma o cotidiano do aluno, amplia sua visão para “ver a física em tudo” e contextualiza os conhecimentos com o seu meio, garantindo sentido na aprendizagem. É forte potencializadora de seu ânimo ao trabalhar com fenômenos que não são comuns, permitindo a manipulação e construção de materiais. De modo geral, tais experiências são marcantes na vida do aluno. Sabendo disso, faz-se necessário conhecer os fundamentos na experimentação que favorecem o aprendizado:

a) O *erro*

O “não saber” incentiva. Quando somado à *necessidade* de saber, gera no indivíduo a valorização do conhecimento. Os conhecimentos do ensino médio dão uma noção do funcionamento do experimento, mas o contato gera mais solidez. A chance do *erro* durante a experimentação é construtiva, o que nos remete ao famoso autor Gaston Bachelard quando afirma que “o erro passa a assumir uma função positiva na gênese do saber” (BACHELARD *apud* LOPES, 1996) além de meio de superação de obstáculos epistemológicos:

[...] Portanto, a aprendizagem deve se dar contra um conhecimento anterior (Bachelard 1947), a partir da desconstrução desse conhecimento. O aluno só irá aprender se lhe forem dadas razões que o obriguem a mudar sua razão, havendo então a substituição de um saber fechado e estático por um conhecimento aberto e dinâmico. (LOPES, 1996).

Invariavelmente, a experimentação, antes de auxiliar o aluno no processo de ensino, confronta os conhecimentos do professor e pode por um lado o estimular (pelo erro, pelo processo criativo de montagem do experimento e também ao se fazer adaptações quando necessário) ou o desestimular ironicamente pelos mesmos motivos (pelo trabalho, esforço e

empenho necessário para manter e adaptar o experimento e pela possível frustração, o *erro* por qualquer causa que seja).

b) A motivação como potencializadora do aprendizado

Sem motivação não existe aprendizado, só existe, na melhor das hipóteses, a memorização. É comum escutar frases como “matéria dada é matéria esquecida” principalmente tratando de matérias que em seus métodos de avaliação fazem uso de fórmulas em provas de resolução de problemas. A motivação é um sentimento chave para a aprendizagem significativa. Não é coincidência que geralmente os alunos mais motivados tendem a conquistar melhor aprendizado. Segundo Miranda (2007):

São os estudantes mais motivados, empenhados e que mais valorizam a aprendizagem e o sucesso acadêmico os que mais proveito tiram dos meios e recursos postos à sua disposição. Os que têm mais dificuldades, desmotivados e que não valorizam tanto o desempenho acadêmico usam pouco os recursos que lhes são disponibilizados. (MIRANDA, 2007).

Pode-se estimular o aluno aumentando o “grau de liberdade do professor/aluno em aulas de laboratório” (PELLA *apud* CARVALHO, 2010, p.54) assim eles avaliarão o experimento e participarão mais ativamente, aumentando as chances dos alunos menos interessados em participarem ativamente, dessa forma, conseguiremos “a necessária mediação do autoconhecimento que o personaliza e o conscientiza como autor responsável de sua própria história” (FREIRE, 1987, p.9). Quando trabalhado de forma lúdica é possível notar a mudança de ânimo. De modo geral existe mais engajamento e motivação, os alunos se prestam mais a responder perguntas. Alunos desinteressados, se desafiados com perguntas, nem mesmo se propõem a pensar em resolvê-las, recorrem rapidamente ao “não sei”, como numa ação instintiva a um susto. Quando o estímulo desperta, estes passam a olhar para o caderno, observam mais atentamente a pergunta e apontam sua resposta. Aprender Física através da manipulação dos materiais ou mesmo apenas utilizando o próprio corpo na construção do experimento costuma ser uma aventura divertida para os alunos, proporcionando uma aprendizagem verdadeiramente significativa.

c) Abordar a Física através de sua construção histórica

Os complementos aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN +) para o ensino

médio (BRASIL, 2002) trazem em relação ao ensino da Física:

A Física deve vir a ser reconhecida como um processo cuja construção ocorreu ao longo da história da humanidade, impregnado de contribuições culturais, econômicas e sociais, que vem resultando no desenvolvimento de diferentes tecnologias e, por sua vez, por elas impulsionado. (BRASIL, 2002, p. 59).

Na experimentação é possível fazer um verdadeiro mergulho no tempo utilizando práticas simples que foram utilizadas no desenvolvimento da Física ao longo dos séculos; pode-se abordar dificuldades e soluções históricas, contextualizando com problemas que os alunos enfrentam ao longo do experimento. É possível produzir experimentos simples como o Disco de Newton que é de fácil confecção, o relógio solar (sobre a antiga civilização egípcia) e a marcação de tempo em gotas, como Galileu fazia. Ao tratar da Cinemática, por exemplo, pode-se executar um *laboratório investigativo* similar à referência histórica pretendida (período renascentista/idade moderna), e ao longo do experimento, destacar os processos de construção histórica e as benesses que advêm do desenvolvimento da ciência; assim o aluno atribuirá o devido valor à Física e à Ciência como um todo. Esse é o primeiro passo para o pensar científico, pois como mudaria seu pensar e sua visão de mundo de algo “maravilhoso” de “soluções rápidas”, para um pensamento mais sóbrio, ponderado e crítico sem reconhecer o valor desse novo pensamento? Durante a montagem do experimento ou quando questionado sobre a previsão do aluno sobre os fenômenos, todo um trabalho mental sobre a base de seus conhecimentos entra em ação, a curiosidade se aguça ao se deparar entre a certeza e a incerteza, “será que isso que penso é verdade?”, daí começa “o pensar científico” do aluno.

Através da experimentação que investe e desenvolve a construção histórica, é possível desenvolver conceitos intimamente ligados à disciplina de Física, mas que normalmente não são tão intuitivos sem a experimentação prática: 1- As leis (e também suas fórmulas) possuem um limite de aplicação; 2- Os conhecimentos físicos não são fechados em verdades absolutas; e 3- Os experimentos são reproduções artificiais de fenômenos da natureza que nem sempre são facilmente observáveis no cotidiano (fenomenotécnica). Dessa forma abrem-se portas para uma ligação entre áreas de conhecimento aparentemente distintos, como as Ciências Humanas e as Ciências da Natureza, e em destaque, a Física.

d) Ampliação do *sentido*

Ao concluir a montagem e o teste do experimento, frequentemente o educador faz a seguinte pergunta: “e agora, como posso levar esse experimento para que os alunos

entendam?” Essa é a pergunta da vida do professor e a que move o pesquisador, em outras palavras “como dar *sentido* ao conhecimento proposto?” A partir daí, é possível entender que o parâmetro guia para o planejamento das aulas é o *sentido*. Sobre isso, Gatto afirma sobre a relação estreita entre sentido e educação: “Meaning, not disconnected facts, is what sane human beings seek, and education is a set of codes for processing raw data into meaning” (GATTO, 2005, p.39). Ainda tratando do significado de *sentido*, podemos relacioná-lo à linguagem simbólica, como afirma Oliveira (1993):

“Quando um indivíduo aprende [...] o significado [...], esse conceito, internalizado pelo indivíduo e compartilhado pelos outros usuários [...] passa a ser sua representação mental que serve como signo mediador na sua compreensão de mundo.” (OLIVEIRA, 1993, p.26)

Ou seja: os signos são nossos instrumentos psicológicos para ler (entender) o mundo ao nosso redor. Quando se desenvolve esses signos, encontra-se o *sentido*. A educação está em transformar os signos, a linguagem simbólica pura, os dados brutos, em uma rede de conexões interativas, complexas e coesas, caracterizando o sentido.

Dar sentido a algum conceito, a depender do conceito, pode não ser uma tarefa simples. Ao tratar pela primeira vez de *Vetores*, por exemplo, que é um conceito mais abstrato, podemos defini-lo, distingui-lo da grandeza escalar, explicá-lo, desenhá-lo, organizar esquemas, exemplificá-lo e com ele realizar operações. Tudo isso progressivamente em duas aulas seguidas. Ainda assim, notaremos alguns alunos não demonstrarem consistência no aprendizado, naturalmente. O já citado Feynman *et al.* (2011) conta sobre esse problema de não entendermos o sentido de um conceito rapidamente:

The correct statement of the laws of physics involves some very unfamiliar ideas which require advanced mathematics for their description. Therefore, one needs a considerable amount of preparatory training even to learn what the words mean. (FEYNMAN *et al.* 2011).

Certos conceitos físicos não podem ser abordados e compreendidos de um dia para a noite sem o que Vygotsky chamaria de “Nível Potencial” e sem percorrer pela “Zona de Desenvolvimento Proximal”. Relacionando com as palavras de Feynman, sem os conceitos matemáticos necessários, o entendimento torna-se comprometido, e nem sempre os alunos desenvolveram tais conceitos, sejam matemáticos ou de outros conjuntos de signos.

Um outro obstáculo a ser vencido são as sete lições do currículo de Gatto: confusão, imposição de classes, indiferença, dependência emocional, dependência intelectual, autoconfiança provisória e não-privacidade. Nas palavras de Gatto (2005, p.54): “nobody

survives the seven-lesson curriculum completely unscathed, not even the instructors. The method is deeply and profoundly anti-educational.”. Essa ideia explica bem a tendência, principalmente em iniciantes no trabalho da mediação, a adotar planos e práticas “bancárias”. A educação tradicional molda o aluno, fazendo com que instintivamente e inconscientemente passe a reproduzi-la. Assim sendo, mesmo depois de uma formação adequada, sem a devida vigilância pode-se cair no erro de querer “passar” seu conhecimento e fazê-lo “reter” no outro. Faz-se necessário um movimento de libertação e as aulas de experimentação permitem a fuga dessa situação.

William Glasser (psiquiatra americano) em seus estudos (GLASSER, 2001) elaborou uma pirâmide (**Figura 1**) que representa a potencialização da capacidade de aprendizagem. Nesta pirâmide observamos claramente o quanto é eficaz a elaboração de experimentos para o desenvolvimento da aprendizagem (cerca de 80% de sucesso quando fazemos). Isto está totalmente de acordo com a proposta extensionista deste trabalho, que é a construção de experimentos pelos próprios alunos utilizando matérias simples e factíveis. De acordo com Marques *et al.* (2017) “o aluno torna-se o centro do processo, onde o processo de aprendizagem é mais colaborativo e motivador.” Relacionando este processo com o intento das metodologias ativas e com os princípios da aprendizagem significativa, nos níveis mais altos de aprendizagem da pirâmide encontramos uma confluência dessas práticas, pois em todas encontramos o aluno como ponto central no processo de ensino-aprendizagem.

Mesmo diante de problemas tão desafiadores como: “as deficiências cognitivas do aluno” (SANTOS; OSTERMANN, 2005) e as problemáticas relacionadas ao *sentido* (planejar, contextualizar, tematizar, simplificar, transpor teorias de ensino e estimular), temos condições de encontrar soluções junto aos alunos quando estes têm autonomia e maiores graus de liberdade nas aulas, nesse caso, nas experimentações.

Figura 1 - Pirâmide de Willian Glasser

Fonte: CEESD

METODOLOGIA

O projeto de Extensão a que vamos relatar foi desenvolvido com alunos do 1º, 2º e 3º ano do ensino médio, na disciplina de Prática Experimental (que engloba alunos de todas as séries do ensino médio), da escola Integral Cidadã E. E. E. F. M. Crispim Coelho, localizada na cidade de Cajazeiras-PB. Tal projeto é fomentado pelo Programa de Bolsas de Extensão (PROBEX) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), sendo dois bolsistas e dois voluntários participantes, todos discentes do curso de Licenciatura em Física. Estes discentes atuam na referida escola, em conjunto com o professor da disciplina de Física, com carga-horária de 12h semanais.

Como base para a elaboração dos experimentos usamos o *site* do Grupo de Experimentos de Física da UNESP (<http://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/>) onde constam diversos experimentos de mecânica, óptica, Física térmica, eletricidade e magnetismo bem como seus objetivos, contextos, materiais, montagem e ilustrações. Desenvolvemos mais de uma dezena de experimentos, no entanto, para fins didáticos, iremos aqui explanar apenas três. Escolhemos previamente os experimentos “*gerando corrente elétrica com o limão*” para o terceiro ano e o “*gotas marcantes*” com alunos de Prática Experimental. O experimento “*Nuvem na Garrafa*”, por sua vez foi escolhido pela necessidade identificada em tratar do conteúdo de gases e das relações entre pressão, temperatura e volume. Antes da realização do experimento em sala, a montagem e o teste do

mesmo foram feitos previamente para evitar transtornos.

O primeiro experimento, chamado “*Gerando corrente elétrica de um limão*”, consiste na geração de corrente elétrica utilizando pequenas plaquinhas de cobre e zinco, um limão e fios condutores. Para averiguar a passagem foi proposto que um relógio funcionasse utilizando a energia da corrente elétrica gerada. O experimento era aparentemente simples, mas ao longo de sua construção foi necessário realizar modificações. Mesmo tomando todas as precauções, é possível encontrar alguns problemas, pois os materiais do ambiente podem não estar em boa condição, levando a improvisação de materiais e ferramentas e a adaptação do experimento como aconteceu em nossa prática. Dessa forma, em vez de uma placa de zinco utilizamos clips e no lugar do cobre utilizamos moedas de circulação normal. Quanto ao limão, tivemos que adicionar mais três (precisávamos de quatro no total), porém utilizando dois limões, os dividimos ao meio e utilizamos cada uma das partes como se fosse um limão inteiro, dessa forma obtivemos melhor economia. Além disso, para melhor proveito e adequação do conteúdo ministrado pelo professor que auxiliamos, com sua instrução, montamos um circuito em paralelo e outro em série. A corrente elétrica gerada foi suficiente para prover uma visualização satisfatória do fenômeno, quando uma luz de LED era então acesa (**Figura 2**).

Figura 2 - Gerando corrente elétrica usando limões.



Fonte: Acervo pessoal

Na sala de aula foi proposta uma *demonstração investigativa*, onde busca-se uma questão problematizadora que, ao mesmo tempo, desperte a curiosidade e oriente a visão dos

alunos sobre as variáveis relevantes do fenômeno a ser estudado, fazendo com que eles levantassem suas próprias hipóteses e propusessem possíveis soluções (CARVALHO, 2010). Dessa forma, cortamos os limões e montamos o experimento em sala para que os alunos pudessem participar de sua execução mesmo sem a interação com o material.

O segundo experimento realizado se chama “*Gotas Marcantes*” e através dele distinguiríamos Movimento Uniforme (MU) de Movimento Uniformemente Variado (MUV). Para sua montagem utilizamos um carrinho de brinquedo (com quatro rodas livres, as quais rolavam em seu eixo adequadamente), um conta-gotas equipo soro, seringa, fita adesiva, uma corda e um peso. Nesse experimento, um peso em queda livre puxa o carrinho pela força gravitacional acelerando-o enquanto o conta gotas marca sua trajetória através de pingos que caem em período relativamente constante. Na **Figura 3** podemos ver o carrinho já montado enquanto um dos alunos colhe os dados do experimento.

Figura 3 - Experimento “Gotas Marcantes”



Fonte: Acervo pessoal

Foram montados três carrinhos: cada bolsista fez um (totalizando dois) e o professor supervisor fez outro. Houve uma pré-montagem do experimento antes de exibi-lo na escola. No dia destinado para a execução do experimento, dividimos a turma em três grupos, dois grupos ficaram, cada um, com um bolsista e o outro com o professor. Propomos um

Laboratório investigativo onde realizamos algumas perguntas sobre: o que achavam que aconteceria no experimento e se o movimento seria MU ou MUV e deixamos que interagissem e colhessem os dados do experimento, questionamos como sua trajetória poderia ser descrita e sugerimos que fizessem em seus cadernos a representação do movimento e como o MUV se distinguia do MU. Também questionamos sobre as limitações do experimento, as limitações das fórmulas e o uso mais adequado dessas fórmulas para descrever o movimento daquele carrinho.

O terceiro e último experimento, chamado de “*Nuvem na Garrafa*”, foi o que obteve maior apelo fenomenológico, já que o objetivo final é o de formar uma nuvem dentro de uma garrafa. Nele é possível condensar os gases dentro da garrafa (**Figura 4**). Para tal, inserimos uma pequena quantidade de álcool (o suficiente para encher uma tampinha de garrafa) em uma garrafa PET de 2 litros e a tampamos usando rolhas. Em seguida, agita-se a garrafa até que não seja mais possível visualizar o álcool (o álcool no estado líquido passa para o estado gasoso), depois atravessamos um “pito” (bico de uma bomba de ar para encher bolas esportivas) pela rolha e bombeamos o ar para dentro. Depois de uma certa pressão a rolha é expulsa da garrafa e uma nuvem se forma dentro devido à rápida expansão do ar, diminuindo a temperatura a tal ponto que o álcool condensa. A rolha fica presa na bomba, não existem grandes riscos com sua expulsão. Nesse experimento, também voltado ao *Laboratório investigativo*, dividimos a turma em trios e apenas explicamos como realizar o experimento e inserimos a quantidade adequada de álcool. Ajudamos também no bombeamento do ar quando necessário.

Figura 4: Experimento “Nuvem na Garrafa”



Fonte: Acervo pessoal

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A experimentação através da ação extensionista permitiu enfrentar com sucesso alguns dos problemas comuns em sala de aula, entre eles os que encontramos em Santos e Ostermann (2005), quando intitulam seus tópicos revelando as dificuldades relatadas por outros profissionais:

“Dificuldades para usar o laboratório didático em Física [...]; Dificuldade para transpor as teorias de aprendizagem para a sala de aula [...]; Atitude desfavorável do aluno [...]” (SANTOS; OSTERMANN, 2005)

Notamos também que a utilização de materiais recicláveis e de baixo custo mitiga problemas relacionados à falta de laboratório adequado e ao custo que pode trazer ao professor, pois alguns dos materiais são adquiríveis gratuitamente. Além disto, este mesmo professor obteve um tempo otimizado em sala de aula, pois com mais intermediadores, mais funções podem ser assumidas e o problema da quantidade de alunos diminui, é possível chegar mais próximo das especificidades do aluno, principalmente daqueles que mais necessitam de um diálogo próximo.

Certos conceitos físicos não podem ser abordados e compreendidos de um dia para a noite sem o que Vygotsky chamaria de “Nível Potencial” e sem percorrer a “Zona de Desenvolvimento Proximal”. Sem os conceitos matemáticos necessários o entendimento torna-se comprometido, e nem sempre os alunos desenvolveram tais conceitos, sejam matemáticos ou de outros conjuntos de signos. Para tanto, a interação com os materiais, o levantamento de hipóteses e previsões, a produção de fenômenos físicos, a coleta de dados e a manipulação das fórmulas permitem a inclusão no aprendizado daqueles alunos que não possuem a “base” necessária para o entendimento de determinado conceito, além de desenvolver no aluno o pensamento científico que é ponderado, sem “verdades fechadas e absolutas”, e reconhecedor do valor da ciência para a humanidade.

Além desses benefícios, pudemos perceber que os ânimos dos alunos se alteraram ao descobrirem que haveria a realização do experimento, facilitando o processo de ensino-aprendizagem. No experimento “*gerando corrente elétrica de um limão*” vimos a curiosidade no fenômeno, perguntavam quais os materiais que estavam sendo usados, se a energia vinha do limão e se “dava choque”. A partir do experimento obtivemos a atenção necessária para uma explicação sobre determinados conceitos não tão simples, nesse caso quando o professor relacionou o experimento à aula sobre os circuitos em série e em paralelo.

No experimento “gotas marcantes” foi possível maior interação do aluno comparado ao primeiro experimento, eles contavam as gotas, mediam sua distância, mediam o período do gotejamento e desenhavam o esquema. Em sua prática pudemos fazer relações de construção histórica como recomenda os PCN+ Física do Ensino Médio (BRASIL, 2002, p. 59):

Física deve vir a ser reconhecida como um processo cuja construção ocorreu ao longo da história da humanidade, impregnado de contribuições culturais, econômicas e sociais, que vem resultando no desenvolvimento de diferentes tecnologias e, por sua vez, por elas impulsionado. (BRASIL, 2002, p. 59)

Quando anunciamos que o físico Galileu Galilei media o tempo em sua época através de gotas e interagiram com essa forma de medição, puderam sentir de certa forma transportar-se para outra situação, e em cima disso, observar as transformações do mundo ao longo do tempo. Por meio do experimento “gotas marcantes” obtivemos mais facilidade em encontrar dúvidas dos alunos, percebemos uma certa confusão entre os conceitos de velocidade e aceleração que ao longo do experimento veio o esclarecimento, mas algumas dúvidas ainda se mantinham presentes, pois em seus cotidianos não eram o que observavam. Os alunos faziam as seguintes perguntas: “mas o objeto aceleraria cada vez mais, para sempre [em queda]?”, “por que não fica (um corpo em queda) com a mesma velocidade?”, outros alunos afirmavam que sabiam que havia uma “constância” na queda. Por essas perguntas, pudemos fazer relações com objetos voadores e paraquedistas em queda, e também sobre o conceito de aerodinâmica. Normalmente em aula, sem a “base” (Nível Potencial) e sem a atenção necessária, tais conceitos não teriam *sentido* (como aerodinâmica e resistência do ar) pois alguns alunos não viam a relação entre eles. Com o experimento, o surgimento da dúvida e da atenção, foi possível desenvolver uma aprendizagem verdadeiramente significativa.

Por fim, no experimento “Nuvem na garrafa” questionamos à turma o porquê do álcool sumir aparentemente, o que achavam que aconteceria ao bombear a garrafa, porque a rolha saia depois de muito bombear, por que formava-se uma nuvem dentro da garrafa e o que aconteceria se bombeássemos novamente só que dessa vez, com a nuvem dentro da garrafa (nesse caso, o álcool volta ao estado gasoso e a nuvem “some”). Pudemos constatar também a dificuldade dos alunos em compreender o fenômeno exibido no interior da garrafa. Observou-se claramente que as propriedades dos gases não estão postas de maneira correta na estrutura cognitiva prévia dos alunos, de modo que não conseguem enxergar o fato de que uma expansão rápida (adiabática) o gás tende a esfriar e se condensar.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Faz-se necessário destacar que os discentes bolsistas e voluntários do referido projeto de Extensão foram os primeiros a obter os benefícios que essa prática experimental proporciona, tanto no conhecimento pedagógico quanto da Física. Durante a montagem e testes, tem-se oportunidade de explorar os limites do experimento, que muitas vezes nos exigiu aprofundarmos e revisarmos certos conceitos.

Ressaltamos a oportunidade de trabalhar de forma lúdica, e dessa maneira é possível notar a mudança de ânimo. De modo geral, existe mais engajamento e motivação, os alunos se prestam a responder perguntas, participar e dar atenção ao que fazemos e dizemos. Alunos que possuem mais dificuldade nessa disciplina são beneficiados, pois a experimentação os encoraja e pode proporcionar-lhes os conhecimentos de nível potencial, tão fundamentais para aprender conceitos mais complexos e abstratos. A abertura que a experimentação confere para outras áreas de conhecimento e novas abordagens é imensa e ainda há muito a ser explorado nesse sentido. É possível introduzir ao aluno a cultura científica e o “pensar científico”, que por sua vez ajudará no despertar de seu interesse por sua autonomia intelectual.

Vale também dar enfoque sobre as principais vantagens dessa ação extensionista (**Tabela 1**), como também as suas desvantagens (**Tabela 2**).

Tabela 1: Vantagens da ação extensionista

Vantagens
<ul style="list-style-type: none">• Aplicação do conhecimento na prática ao utilizar/montar/explicar o experimento;• Estimula o aprendizado ao confrontar seus conhecimentos prévios;• Identifica os limites das fórmulas, das leis e das teorias;• Incentiva a participação de todos os alunos;• Traz entusiasmo e satisfação ao aluno quando o experimento é abordado ludicamente;• Favorece a abordagem da construção histórica da física de maneira mais imersiva;• Auxilia no desenvolvimento do pensamento crítico (e do pensamento científico);• Superação da visão de que os conhecimentos físicos são “verdades absolutas”, fechadas a qualquer aperfeiçoamento;• Facilita a compreensão do sentido proporcionalmente à liberdade e ao nível de interação do aluno com o experimento;

- Contribuição na formação dos bolsistas, desenvolvendo seus conhecimentos tácitos relacionados à prática de ensino e solução de problemas da Física no experimento;
- Promove a formação de professores-pesquisadores;
- Assegura maior flexibilidade no planejamento e na prática de ensino do professor, otimizando suas aulas;
- Mantêm o elo com a universidade, tanto entre instituições quanto entre profissionais, guardados os limites;
- Melhoria das condições de instrumentação da escola para realização de experimentos;
- Diminuição dos custos para produção de experimentos;
- Otimização do tempo para pesquisa, aquisição dos materiais, montagem e teste do experimento.

Fonte: autoria própria

Tabela 2: Desvantagens da ação extensionista

Desvantagens
<ul style="list-style-type: none">• Frustração causada pelo <i>erro</i> durante desenvolvimento dos experimentos;• Quando não se pode contar com auxílio de bolsistas ou voluntários, a experimentação demanda considerável tempo e disposição para planejamento, compra, montagem e teste dos experimentos;• Supervisão dos bolsistas ou voluntários;• Mais tempo deve ser investido para reuniões de planejamentos.

Fonte: autoria própria

Por fim, o projeto com a participação dos bolsistas e voluntários confere mais flexibilidade ao professor, fundamental para atuação na prática pedagógica, para o planejamento das aulas bem como para a pesquisa, aquisição de material, montagem e teste dos experimentos. É no aluno onde o projeto se desenvolve e nele encontra sua finalidade. Na adequada experimentação, usufrui de todas as vantagens de um ensino participativo, livre, mais próximo e direcionado a suas especificidades, enriquecendo sua aprendizagem e o libertando através da autonomia.

REFERÊNCIAS

- BONADIMAN, H.; NONENMACHER, S. E. B. **O gostar e o aprender no ensino de Física: uma proposta metodológica.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 24, n. 2, p. 194-223, 2007.
- BRASIL, Ministério da Educação (MEC). Secretaria de Educação Média e Tecnológica (SEMTEC). **PCN+ ensino médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias.** Brasília: MEC, SEMTEC, 2002.
- CARVALHO, A. M. P. *et al.* **Ensino de Física.** São Paulo: Cengage, 2010.
- FEYNMAN, R. F.; LEIGHTON, R. B.; SANDS, M. L. **The Feynman Lectures on Physics: New Millennium Edition.** New York: Basic Books, 2011.
- FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido.** 11^o Ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.
- GATTO, J. T. **Dumbing Us Down: The hidden curriculum of compulsory schooling.** Gabriola Island: Newsociety, 2005.
- GLASSER, W. **Teoria da ESCOLHA. Uma nova psicologia da liberdade pessoal.** Mercuryo: Rio de Janeiro, 2001.
- LOPES, A. R. C. **Bachelard: O filósofo da desilusão.** Caderno Catarinense de Ensino de Física, v.13, n3, p. 248-273, 1996.
- MARQUES, A. P. A. Z. *et al.* **Team Based Learning: Uma metodologia ativa para auxílio no processo de aprendizagem.** Colloquium Humanarum, v. 14, n. Especial, p. 699-707, 2017.
- MELO, M. G. A.; CAMPOS, J. S.; ALMEIDA, W. S. **Dificuldades enfrentadas por Professores de Ciências para ensinar Física no Ensino Fundamental.** Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, v. 8, n^o. 4, 2015.
- MIRANDA, G. L. **Limites e possibilidades das TIC na educação.** Sísifo: revista de ciências da educação, V [S. l.], n^o03, p. 41-50, 2007.
- OLIVEIRA, M. K *et al.* **Vygotsky: Aprendizado e desenvolvimento, um processo sócio-histórico.** São Paulo: Scipione, 1993.
- SANTOS, F. R. V.; OSTERMANN, F. **A prática do professor e a pesquisa em ensino de Física: novos elementos para repensar essa relação.** Caderno Catarinense de Ensino de Física, v. 22, n. 3, p. 316-337, 2005.