

## A PRODUÇÃO DE MATERIAIS DIDÁTICOS NO ENSINO DE CIÊNCIAS: A CONSTRUÇÃO DO PROJETO GOTA D'ÁGUA

### THE PRODUCTION OF DIDACTIC MATERIALS IN SCIENCE TEACHING: THE CONSTRUCTION OF THE PROJECT DROP WATER

Julian Silveira Diogo de Ávila Fontoura<sup>1</sup> 

Michelle Câmara Pizzato<sup>2</sup> 

#### Resumo

O trabalho aqui exposto, apresenta o processo de construção de uma alternativa inventiva para o uso do microscópio óptico convencional nas aulas de Biologia e Ciências: o “Projeto Gota D’Água”. A ideia presente na construção do equipamento está na aproximação entre uma lente de aumento e uma gota de água, tendo como resultado uma projeção aumentada da sombra das partículas, estruturas e até mesmo os microrganismos presentes na gota de água que ocupa função dupla: amostra e lente de aumento. O foco principal deste estudo está na construção de um equipamento para as aulas de Ciências como uma alternativa eficiente na utilização de microscópios em escolas de educação básica, tanto na observação, quanto a identificação qualitativa de estruturas e organismos. Esta investigação acaba por evidenciar a importância de soluções criativas e inventivas no Ensino de Ciências como alternativa/estratégia para as escolas no que se refere a falta de recursos e equipamentos especializados para o desenvolvimento de atividades didático-pedagógicas, levando em consideração que muitos destes materiais/equipamentos são de difícil manuseio, manutenção e aquisição por parte dos espaços escolares.

**Palavras-chave:** Ensino de Ciências. Materiais Alternativos. Microscópio Alternativo. Interdisciplinaridade.

#### Abstract

The work presented here presents the process of constructing an inventive alternative for the use of the conventional optical microscope in Biology and Science classes: the “Gota D’Água Projector”. The idea present in the construction of the equipment is the approximation between a magnifying glass and a drop of water, resulting in an increased projection of the shadow of the particles, structures and even the microorganisms present in the dual function water sample: sample and magnifying glass. The main focus of this study is the construction of equipment for science classes as an efficient alternative to the use of microscopes in elementary schools, both in observation and the qualitative identification of structures and organisms. This research highlights the importance of creative and inventive solutions in science teaching as an alternative strategy for schools regarding the lack of resources and specialized equipment for the development of didactic-pedagogical activities, considering that many of these materials/equipment is difficult to handle, maintain and purchase by school spaces.

**Keywords:** Science Teaching. Alternative Materials. Alternative Microscope. Interdisciplinarity.

---

<sup>1</sup>Professor da Rede Pública de Educação do Estado do Rio Grande do Sul, Licenciado em Ciências da Natureza: Biologia e Química pelo Instituto Federal, de Educação, Ciência e Tecnologia - Porto Alegre (2015); Mestre em Educação pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (2018); Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Educação da Escola de Humanidades da Universidade do Vale do Rio dos Sinos.

<sup>2</sup> Licenciada em Química de Universidade Federal do Rio de Grande do Sul, Mestre em Ensino de Ciências pela Universidade de São Paulo e Doutora em Ensino de Ciências pela Universidad de Burgos. Docente do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Campus Porto Alegre.

## Introdução

Da mesma forma que existe uma demanda crescente nas escolas, em especial junto a Rede Pública de Educação, há também grande estímulo na utilização de materiais de apoio didático-pedagógicos para as diferentes disciplinas ou componentes curriculares ofertadas junto a organização curricular da Educação Básica. Esta demanda possui uma relação direta com as práticas pedagógicas instauradas, desenvolvidas e articuladas nos diferentes tempos e espaços da escola do século XXI (YOUNG, 2016) e junto com esta perspectiva o material de apoio didático-pedagógico, acaba assumindo um papel que vai além de facilitar a assimilação de conteúdos, mas sim acaba adotando uma perspectiva de recurso/atividade mediadora da prática social, bem como aponta Saviani (2008, p. 78), ao refletir sobre o papel da Educação no contexto da sociedade contemporânea.

Da mesma forma que Borges (2012, p. 144), compreendemos que a utilização de materiais de apoio didático-pedagógicos, são de extrema importância dentro do processo educativo escolarizado, onde seu papel está em contribuir para uma apropriação crítica do conhecimento por parte dos alunos. A partir do entendimento de Souza (2007, p. 111), compreendemos o material de apoio didático-pedagógico, como sendo todo aquele “utilizado como auxílio no ensino-aprendizagem do conteúdo proposto para ser aplicado, pelo professor, a seus alunos”, evidenciando dessa forma seu papel importante dentro do processo.

Os diferentes materiais de apoio didático-pedagógicos se colocam junto a alunos e professores no sentido de fornecer informações relevantes aos conteúdos, conceitos e práticas, no sentido de orientar a aprendizagem no que se refere mecanismos de articulação entre teoria e prática, além de possibilitar o exercício de habilidades e o desenvolvimento de ambientes favoráveis a expressão e criação. Souza (2007, p. 113), complementa esta ideia ao colocar o uso dos materiais de apoio didático-pedagógicos com a função de “servir de auxílio para que no futuro os alunos aprofundem, apliquem seus conhecimentos e produzam outros conhecimentos a partir desses”.

Em uma perspectiva complementar, Castoldi e Polinarski (2006, p. 685), percebem a utilização destes recursos a partir das “lacunas que o ensino tradicional geralmente deixa, e com isso, além de expor o conteúdo de uma forma diferenciada, faz os alunos participantes do processo de aprendizagem”.

(...) é importante ter claro que o uso do material [apoio] didático[-pedagógico] depende de, pelo menos, três fatores: estar disponível, no sentido de existir no espaço de trabalho do professor; ser acessível, no sentido do professor conhecer os pressupostos teóricos e aspectos técnicos de seu uso; ser adequado aos objetivos pretendidos. É comum, por exemplo, a escola possuir um tocador de DVD, mas o professor não sabe usá-lo ou ligá-lo à televisão; portanto, trata-se de um material disponível, mas não acessível. Ser adequado aos objetivos do ensino é um pressuposto para a utilização de um material. Todavia, é

fundamental que se faça uma avaliação do uso para saber da real adequação e da necessidade de modificações para usos posteriores (BORGES, 2012, p. 145).

De fato, a utilização de materiais de apoio didáticos-pedagógico se apresenta de forma bastante rica e positiva na relação entre os alunos e as práticas desenvolvidas em sala de aula, nos mais diversos campos do saber. No Ensino de Ciências ~~especialmente~~, temos na utilização de microscópios, a descoberta de um novo mundo, invisível ao olho nu, desconhecido por muitos, onde seres diferentes daqueles que estamos acostumados podem ser observados. Porém, no contexto da Educação Básica, em especial da escola pública, este momento de descoberta é prejudicado pela falta do equipamento de observação ou até mesmo as más condições de manutenção do mesmo.

Tendo em vista – inicialmente – esta realidade, partindo do estudo de óptica, propomos uma aproximação entre o formato de uma gota de água e uma lente biconvexa e com a incidência de um feixe luminoso, esta gota de água assume um comportamento semelhante a uma lente de aumento, possibilitando assim a visualização de organismos microscópicos contidos na gota, através da projeção de suas sombras aumentadas em uma tela. Esta possibilidade já fora explorada em diferentes momentos por outros autores como Planinšič (2001), Martins, Barbosa e Souza (2015) e Dorta, Souza e Muramatsu (2016) que evidenciaram o potencial da utilização deste recurso nas aulas do currículo formal e informal das escolas, além de demonstrarem capacidade instrumental efetiva do equipamento na identificação qualitativa de organismos microscópicos.

O trabalho aqui exposto acaba por replicar a ideia de construção de material de apoio didático-pedagógico aduzida inicialmente por Planinšič (2001), trazendo para o debate acadêmico novos resultados no que se refere a construção, utilização e análise qualitativa das imagens obtidas com o uso do Projetor Gota D'Água. A construção de materiais de apoio didático-pedagógicos no contexto do Ensino de Ciências, junto a Lei 13.005/2014 que aprova o Plano Nacional de Educação 2014 – 2024 (BRASIL, 2014, p. 61), dentre suas metas, destacamos a meta 7 (sete), no que tange ao fomento “a qualidade da Educação Básica em todas as etapas e modalidades, com melhoria do fluxo escolar e da aprendizagem”, que possui como uma de suas estratégias (estratégia de número 7.18) a garantia do “acesso dos alunos a espaços para a prática esportiva, a bens culturais e artísticos e a equipamentos e laboratórios de ciências” (BRASIL, 2014, p. 64).

A proposta aqui apresenta neste artigo acaba pode demonstrar a potência presente na construção de materiais /equipamentos didáticos para as aulas de ciências, não focalizando – apenas – o resultado, mas sim o processo de construção dos mesmos, e como estes, por sua vez acabam por articular uma série de conceitos e saberes de distintos campos do saber. Em última análise, este tipo de ação acaba por fomentar o espírito investigação, a prática científica e o estímulo ao pensamento científico, independente do nível de escolarização.

Associado a prática investigativa, ainda temos como pano de fundo meios e modos de melhoria da qualidade da Educação Básica, já que o desenvolvimento desse tipo de atividade, acaba por possibilitar ao educando acesso a diferentes espaços e práticas pedagógicas, onde o foco deixa de ser exclusivamente o conhecimento adquirido, mas sim o processo pelo qual cada educando perfaz em adquiri-lo. E ao professor por (re)significar suas práticas, qualificando-as, a partir de modelos inventivos e criativos que articulem não apenas os saberes disciplinares da formação por si só, mas também como a possibilidade de efetivação do seu papel social frente ao contexto e as demandas que se apresentam na Educação Básica.

### O Projetor Gota D'água: Princípios Importantes

A ideia por trás da construção deste projetor está na utilização simultânea de uma gota de água, tanto como conteúdo de amostra na observação de microrganismos, quanto uma potente lente de aumento, que sob a incidência de um feixe luminoso possibilita a projeção das sombras do “conteúdo microscópico” presente na própria gota de água. A simplicidade presente na ideia de construção deste projetor, não pode ser confundida com uma possível carência na sua eficácia como instrumento de observação. De qualquer forma, com a utilização do Projetor Gota D'água (*figura 1*), é possível que se façam distintas observações e até mesmo análises de caráter qualitativas em diferentes amostras de água (lagos, rios, água do mar, poças de água, entre outras), como já apontado por Planinšič (2001), a partir da visualização de diferentes organismos e estruturas que contidas no interior da gota de água.



**Figura 1.** Estrutura do Projetor Gota D'Água: A – Base do projetor; B – feixe luminoso (laser); C – Ajuste de foco; D – Seringa com amostra posicionada

Em termos práticos o equipamento possibilita a projeção da sombra dos organismos contidos em uma gota de água, sobre uma tela de  $2m^2$ , com um aumento aproximado de cerca de 1.000 vezes o tamanho das amostras contidas na gota de água de volume aproximado de  $2mm^3$ , estruturas de tamanho variando entre 0,2 mm e 0,5 mm. Como já dito, a observação ocorre de forma indireta, pois o que vemos projetado são as sombras ampliadas das estruturas/microorganismos presentes na gota de água. Inicialmente, o que vemos na projeção são manchas escuras “flutuando”, rodeadas por alguns círculos concêntricos, porém, logo após começam a surgir (inevitavelmente) pequenas partes de plantas em decomposição, algumas microalgas e dos organismos microscópicos (alguns exibem movimentos de extrema complexidade), mas nenhuma estrutura detalhada pode ser reconhecida, mas isso não impede o reconhecimento morfológico de alguns organismos e até mesmo estruturas mais simples (DORTA; SOUZA; MURAMATSU, 2016).

No processo de construção do projetor, alguns aspectos foram determinantes para sua efetivação como por exemplo, a utilização de materiais de fácil acesso (os tipos de amostras, o feixe luminoso, a base do equipamento, entre outros), e que possua um modo de operação e manutenção fácil e de baixo custo, sem deixar de lado a ideia de uma construção tecnicamente simples, com materiais de fácil alcance e repletos de possibilidades para uso dentro do Ensino de Ciências nas diferentes etapas da Educação Básica.

Alguns autores como Planinšič (2001), Martins et al. (2015) e Dorta, Souza e Muramatsu (2016), já exploraram este modelo de “microscópio alternativo”, porém, com objetivos distintos, com foco essencialmente nas possibilidades de identificação dos organismos presentes em suas amostras. A construção do projetor tem como um elemento importante a gota de água, ~~especificamente a possibilidade de utilização desta gota simultaneamente como~~ lente de aumento e amostra a ser observada.

Inevitavelmente, acabamos esbarrando em alguns conceitos fundantes do próprio funcionamento do equipamento, como ~~por exemplo,~~ a aproximação proposta entre uma gota de água e uma lente, além dos possíveis tipos de organismos que poderão ser observados. Podemos compreender as lentes como “fatias” de um material transparente e homogêneo com duas faces não paralelas e envolvidas por outro material igualmente transparente e óticamente diferente, com índices de refração de valores distintos (PAIVA, 2014, p. 1). Este índice mede a dificuldade que um raio de luz tem para atravessar um meio. Quanto maior o índice de refração de um meio, mais lentamente a luz se propaga, porém, se a luz tem maior dificuldade de penetrar neste meio, ela sofre um desvio maior se for oriunda de outro com índice de refração diferente (YOUNG; FREEDMAN, 2010).

Essas lentes podem ainda ser classificadas como esféricas, já que apresentam pelo menos uma das faces esféricas (a outra pode ser plana), podendo ser agrupadas em duas famílias: as de bordas finas, também chamadas de lentes convexas, e as de bordas grossas, conhecidas também como lentes côncavas (SALINAS; SANDOVAL, 2000, p. 264).

Nesse sentido é possível percebermos na gota de água, uma região central quase esférica que se aproxima do formato de uma lente biconvexa, porém maior, ou seja, com espessura grande. Nesse sentido, a gota d'água é, de certa forma, uma lente de bordas finas, mais grossa na região central e que vai afinando na medida em que nos aproximamos das bordas. As lentes de aumento são, em geral, lentes de bordas finas, mergulhadas em uma substância de índice de refração menor do que o do material de que é formada a lente. O índice de refração  $n$  é uma propriedade de um determinado meio (por exemplo:  $n_{\text{ar}} = 1$ ;  $n_{\text{vidro}} = 1,52$ ;  $n_{\text{água}} = 1,33$ ), com influência direta sobre a intensidade e a direção do raio de luz refratado (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2009).

Imaginemos então dois raios de luz que partem de um objeto qualquer e após atravessarem a gota de água (lente), convergem para formar uma imagem nítida, real, invertida e reduzida do objeto, uma lente convergente concentra a luz, enquanto uma lente divergente espalha a luz (DORTA; SOUZA; MURAMATSU, p. 4, 2016). Essas imagens reais, em óptica, são aquelas obtidas por raios de luz que se cruzaram após interação com um sistema óptico. Ao contrário, das imagens virtuais que são obtidas por prolongamentos de raios de luz. As imagens reais podem ser projetadas num anteparo (como uma tela, por exemplo), diferente das virtuais.

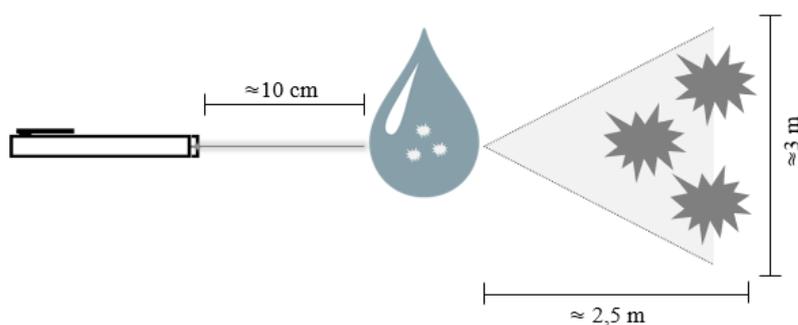
Outro item que merece nossa atenção no desenvolvimento do projetor é o *laser* utilizado como fonte luminosa, o feixe luminoso pode ser obtido com uma “caneta *laser*”, comumente utilizada em aulas ou apresentações de trabalhos. A princípio, pode-se utilizar qualquer equipamento que emita um feixe de luz, da mesma forma que (DORTA; SOUZA; MURAMATSU, 2016), inicialmente utilizamos um apontador *laser* com comprimento de onda 650nm, na cor vermelha, porém nos deparamos com o mesmo resultado: imagens com baixa definição e *laser* menos intenso. Assim, optamos por utilizar um apontador *laser* que com um feixe luminoso de cor verde, com potência de 5Mw, e comprimento de onda de 532nm, pois possibilitou uma melhor visualização das imagens projetadas.

Novamente reforçamos a ideia de que este equipamento foi desenvolvido de forma a possibilitar o seu uso em diferentes contextos socioeconômicos em que se inserem os sujeitos (alunos e professores) da Educação Básica. Isso não significa que este equipamento deva ser utilizado apenas em escolas e/ou por alunos vulneráveis socialmente, ou ainda aqueles que não possuam equipamentos de observação em seus laboratórios, muito pelo contrário.

A escola tem por característica marcante na consolidação do seu espaço a multidiversidade presente nos seus sujeitos, as suas práticas multifacetadas e a multiculturalidade imbricada na composição da sua comunidade. Isso faz com que o desenvolvimento deste projeto se traduza de forma interdisciplinar, possibilitando a reunião de alunos e professores de distintos campos do saber, para a sua execução. Dessa forma, o projeto aqui apresentado se mostra como uma estratégia de articulação de saberes e conhecimentos dos campos de saber, fortalecendo a relação entre professores, alunos e o conhecimento escolar.

### Montagem do Equipamento e Observação da Projeção

Iniciamos o projeto de construção, reunindo os materiais a serem utilizados: para a base de sustentação do projetor utilizamos madeira, podemos colocar que foi uma das partes mais importantes de construção do projeto, pois na base, desenvolvemos o mecanismo de ajuste de foco, o apoio do feixe de luz e ainda o local de suporte da amostra a ser observada (*figura 2*). Após construirmos a estrutura base do projetor, alguns testes foram realizados relativo ao tamanho da seringa que portará a mostra de gota de água (sugerimos  $20\text{ml}/\text{cm}^3$  para uma melhor observação) e as distâncias entre o projetor e a tela de projeção, o projetor deve ser utilizado em uma sala com baixa iluminação, quanto menos luz houver na sala, melhor será a visualização da imagem projetada, o projetor deve ficar posicionado frente a uma tela ou parede lisa (preferencialmente de cor clara, para contrastar com a cor do feixe luminoso), a uma distância aproximada de 2,5 metros.

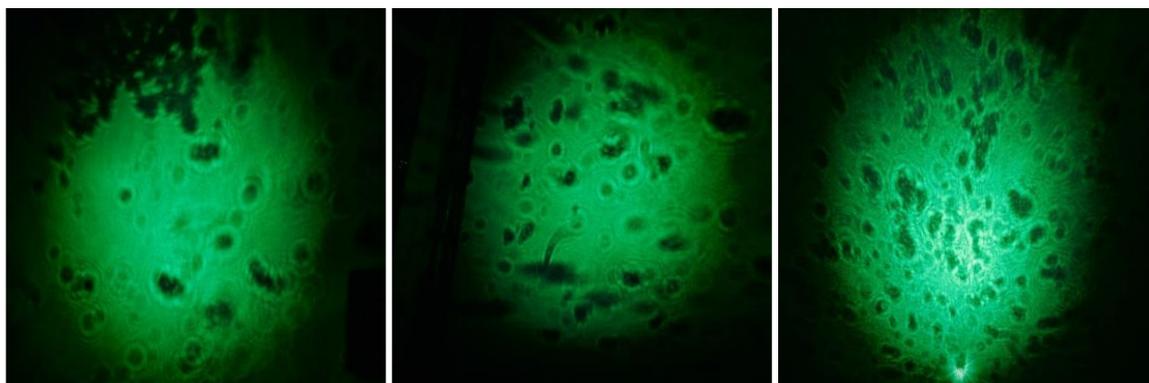


**Figura 2.** Representação esquemática do funcionamento do Projetor Gota D'Água;

No teste do instrumento, utilizamos amostras de água coletadas junto as margens do Arroio Dilúvio, na cidade de Porto Alegre/RS. Colocamos as amostras de água nas seringas, identificamos as mesmas e deixamos este material na posição junto a estrutura construída do projetor, posicionamos o feixe luminoso junto a estrutura do projetor e cuidadosamente, pressionamos o êmbolo da seringa, de modo a formar uma gota de água suspensa junto a ponta desta seringa. O volume da gota é importante (entre  $2\text{ mm}^3$  e  $3\text{ mm}^3$ ), pois é necessário que o feixe luminoso,

atravesse esta gota de água, possibilitando assim a projeção em tela dos micro-organismos que estão imersos nela, como podemos observar na *figura 3*.

O volume da gota de água varia em função do tamanho da seringa utilizada, o projetor que desenvolvemos aqui está ajustado para seringas de 20 ml/cm<sup>3</sup> apenas, não será possível utilizar outros tamanhos, existe uma distância previamente estabelecida entre a base do projetor, o espaço de formação da gota de água e o local onde o feixe luminoso atinge a gota de água. O tamanho da seringa deve ser levado em consideração na construção deste equipamento, pois o seu tamanho, impacta também no tamanho das gotas criadas pela seringa.



**Figura 3.** Imagens captadas da projeção produzida pelo Projetor Gota D'Água a partir de amostras coletadas as margens do Arroio Dilúvio, na cidade de Porto Alegre/RS.

As imagens dos organismos e/ou estruturas projetadas com o auxílio do equipamento, podem ser identificadas a partir de uma perspectiva qualitativa, muitos dos detalhes acabam por ficar ocultos na projeção, não podemos esquecer que o que a imagem ampliada pelo projetor é a sombra dos organismos e/ou estruturas presentes na amostra de água (gota de água).

Alguns pesquisadores que utilizaram dos mesmos princípios que apontamos neste trabalho, obtiveram como resultado a identificação de diferentes organismos, como *Cyclops strenuus*, a larva de um mosquito do gênero *anopheles* e um gênero de crustáceos da ordem Cladocera, *Daphnia* (Planinšič, 2001); Martins, Barbosa e Souza (2015), por sua vez, não buscavam em seus estudos a identificação de organismos vivos em suas amostras de água, mas ressaltam em seus estudos, que foi possível perceber a presença de uma série de micro-organismos pertencentes ao Reino Protista. Já Dorta, Souza e Muramatsu (2016) conseguiram identificar organismos do filo *Rotifera* e protozoários do gênero *paramecium*.

Chamamos a atenção para um fenômeno muito comum durante a projeção da imagem, a incidência de forma constante do feixe de luz junto a gota de água possibilita um aumento na temperatura da gota, com esse aumento de temperatura há também um aumento no movimento dos micro-organismos presentes na amostra de água. A velocidade de sua movimentação faz com que os organismos se desloquem por todas as direções em um movimento caracteristicamente

browniano, um movimento irregular (DORTA; SOUZA; MURAMATSU, 2016, p. 8). Porém, no processo de observação, o aumento da temperatura da água, faz com que as estruturas observadas comecem a morrer, é necessário atenção a esta questão, a luminosidade oriunda do feixe de luz ainda tem a capacidade de atração dos organismos presentes na gota de água.

### **Algumas Considerações**

A falta de materiais didáticos pedagógicos de apoio para professores e alunos é uma das grandes dificuldades encontradas na Educação Básica, principalmente na rede pública de educação, e esta lacuna é nítida quando nos referimos ao ensino das disciplinas ligadas a Ciências como a Física, a Química e a Biologia. Porém, a falta destes materiais não justifica a não utilização de metodologias alternativas dentro do espaço escolar. O desenvolvimento do Projetor Gota D'Água possui potencial no sentido de auxiliar tanto professores, quanto alunos nas disciplinas de Ciências.

Mesmo possibilitando observações qualitativas de organismos microscópicos, o projetor se mostrou bastante significativo se comparado a um microscópio óptico convencional, não em relação a sua funcionalidade, mas em específico ao seu alcance, pois a simplicidade imbricada na construção do projetor permite a visualização simultânea de uma mesma estrutura por todos os alunos de uma sala de aula. O potencial existente na utilização do equipamento está para além das aulas de Biologia, a própria construção do mesmo possibilita a articulação de diversos saberes de diferentes áreas do conhecimento, além de permitir diferentes abordagens no desenvolvimento de temas ligados aos conteúdos da Educação Básica.

É sabido que as disciplinas ligadas as Ciências da Natureza (Biologia, Física e Química) possuem em sua constituição, uma carga demasiada de conceitos, e esses conceitos são apoiados por outros conceitos e estes por sua vez por mais outros conceitos. É preciso que esses diversos conceitos sejam relacionados às vivências dos alunos a partir de metodologias criativas e inventivas para além dos livros didáticos, o quadro negro e o giz.

O projetor Gota D'Água nesse sentido, auxilia na consolidação desse aprendizado, fazendo com que o seja atrativo para os diferentes alunos presentes em sala de aula. O professor possui um papel fundamental na construção desses saberes, cabe ao professor, também, o papel de despertar a curiosidade do aluno, auxiliar na construção da autonomia, o senso crítico e a vontade de aprender, possibilitando que o aluno desenvolva e potencialize suas habilidades.

A proposta exposta neste trabalho é uma tentativa de auxiliar professores (e também alunos) nos diferentes processos de ensino-aprendizagem. Este trabalho é um primeiro movimento na busca pela operacionalização do projetor. Neste momento não está no foco de nossos esforços a

identificação das estruturas encontradas, mas sim compreender o seu funcionamento, vislumbrando algumas possibilidades de aplicação no contexto da Educação Básica.

Temos como uma próxima etapa de estudo, trabalharmos em cima do ajuste da imagem de forma que a mesma fique mais nítida com o auxílio de alguns filtros, como os que são utilizados nos microscópios ópticos, além do mecanismo do sistema de foco, que merece uma atenção especial e a identificação de organismos e estruturas previamente conhecidos, no sentido de comparar o resultado das imagens com as de outros pesquisadores.

## Referências

BORGES, G. L. de. A. **Material didático no ensino de Ciências**, v. 10/D23 - Unesp/UNIVESP - 1ª edição – Graduação em Pedagogia. 2012. Disponível em: <https://goo.gl/2W9Kff>. Acesso em: 22 abr 2019.

BRASIL. Plano Nacional de Educação 2014-2024: **Lei nº 13.005**, de 25 de junho de 2014, que aprova o Plano Nacional de Educação (PNE) e dá outras providências. Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2014. Disponível em: <https://goo.gl/SYjsHW>. Acesso em: 7 jun 2019.

CASTOLDI, R; POLINARSKI, C. A. **A utilização de Recursos didático-pedagógicos na motivação da aprendizagem**. In: I Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia. Ponta Grossa: UTFPR, p. 684-692. Atas... 2009. Disponível em: <https://goo.gl/VYRKKb>. Acesso em: 12 ago 2017.

DORTA, M. P.; SOUZA, E. C. P. de.; MURAMATSU, M. O projetor de gotas e suas diversas abordagens interdisciplinares no Ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, n. 4, v. 38, e4503. 2016. Disponível em: <https://goo.gl/zUdSqH>. Acesso em: 07 jun 2019.

HALLIDAY, D. RESNICK, R. WALKER, J. **Fundamentos de Física**. v. 4 – Ótica e Física Moderna. 8ª. Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

MARTINS, M. C. O.; BARBOSA, A. P. N.; SOUZA, E. S. de. Física no Ensino Fundamental: O Microscópio de Gota de Água. In: Neves, A. F.; Ferreira, I. M.; Paula, M. H. de.; Anjos, P. H. R. (Org) **Coletânea Interdisciplinar em Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação** - vol. 4 Ciências Exatas e Tecnológicas, 2015. Disponível em: <https://goo.gl/SGFi8C>. Acesso em: 05 jun 2019.

PAIVA, de. R. Refração da luz. **Revista de Ciência Elementar**. n. 1, v. 1, p. 1-3, 2014. Disponível em: <https://goo.gl/aLg9Pd>. Acesso em: 07 jun 2019.

PLANINŠIČ, G. Water-drop projector. **Physics Teacher**. n. 39, p. 76-79, 2001. Disponível em: <https://goo.gl/NeJd4v>. Acesso em: 28 mai 2019.

SALINAS, J. SANDOVAL, J. Enseñanza Experimental de la Óptica Geométrica: Campos de Visión de Lentes y Espejos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, n. 2, v. 22, p. 259-265, Junho/ 2000. Disponível em: <https://goo.gl/igoNVm>. Acesso em: 04 jun 2019.

SAVIANI, D. **Escola e Democracia**. São Paulo, Edição Comemorativa, Autores Associados, 2008.

SOUZA, S. E. O uso de recursos didáticos no ensino escolar. In: **Anais** I Encontro de Pesquisa em Educação, IV Jornada de Prática de Ensino, XIII Semana de Pedagogia da UEM, Maringá: UEM, p. 110-114. 2007. Disponível em: <https://goo.gl/4vHP7p>. Acesso em: 4 ago 2017.

YOUNG, H.; FREEDMAN, R. A. **Física IV: Ótica e Física Moderna**. 12 ed. São Paulo: Pearson Education, 2010.

YOUNG, M. F. D. Por que o conhecimento é importante para as escolas do século XXI? **Cadernos de Pesquisa**, v. 46, n. 159, p. 18-37 jan./mar, 2016. Disponível em: <https://goo.gl/uNmSDW>. Acesso em: 22 set 2017.