

**HIDROSTÁTICA: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM DEMONSTRAÇÕES
INVESTIGATIVAS PARA COMPLEMENTAÇÃO DO CURRÍCULO MÍNIMO
DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO**

**HYDROSTATIC: A SEQUENCE OF TEACHING WITH INVESTIGATIVE
STATEMENTS FOR COMPLETION OF CURRICULUM MINIMUM OF RIO
DE JANEIRO**

Ana Carla Lima Fonseca Coutinho¹, Isa Costa²

¹Universidade Federal Fluminense/PPGECN, anacarlafc@gmail.com

²Universidade Federal Fluminense/Instituto de Física/PPGECN, isac@if.uff.br

RESUMO

Este artigo é parte de uma pesquisa que visa o desenvolvimento e a aplicação de uma Sequência Didática sobre conceitos de Hidrostática para alunos das séries finais do Ensino Fundamental II ou do Ensino Médio. A escolha do tema se fundamenta por sua ocorrência nos principais concursos vestibulares e no Sisu/Enem, apesar de sua exclusão do Currículo Mínimo da Secretaria de Estado da Educação do Rio de Janeiro – SEEDUC/RJ. Os marcos teóricos que norteiam a pesquisa versam sobre alfabetização científica, sequência didática por demonstração investigativa e aprendizagem significativa. Em nossa metodologia de pesquisa, gravaremos as aulas a serem aplicadas em uma escola da rede pública estadual do Rio de Janeiro para posterior transcrição das falas e gestos dos alunos. Os dados dessas transcrições, bem como os registros escritos dos alunos, possibilitarão análise das interações discursivas e a verificação da ocorrência de indicadores de alfabetização científica e apropriação dos conceitos trabalhados.

Palavras-chave: Sequência Didática; Demonstração investigativa; Alfabetização científica; Hidrostática; Aprendizagem significativa.

ABSTRACT

This article is part of a research aimed at developing and implementing a Didactic Sequence on Hydrostatic concepts for students of final grades of either Middle or High School. The theme choice is based on its occurrence in major competitions and national University entrance examinations, like Sisu/Enem, despite its exclusion from the Minimum Curriculum of Education Board of Rio de Janeiro State - SEEDUC/RJ. The theoretical frameworks that guide the research deal with scientific literacy, teaching sequence for investigative demonstration and meaningful learning. In our research methodology, we will record the classes to be applied at a public school in the State of Rio de Janeiro for later students' speech and gesture transcription. Data from these transcripts and the students' written records enable analysis of discursive interactions and verifying the occurrence of indicators of scientific literacy and ownership of worked concepts.

Key words: Didactic sequence; Investigative Reporting; Science Literacy; Hydrostatic; Meaningful learning.

Introdução

No Estado do Rio de Janeiro a escola pública de ensino médio passa por uma transformação curricular. Desde 2011, cada um de seus componentes vem se remodelando e buscam-se novas práticas educativas. A Secretaria de Estado de Educação do Rio de Janeiro (SEEDUC) elaborou o que denominou “Currículo Mínimo” (CM/RJ) – um documento que se propõe a servir como referência a todas as escolas, apresentando as competências e habilidades que devem estar nos planos de curso e nas aulas.

Segundo a SEEDUC “sua finalidade é orientar, de forma clara e objetiva, os itens que não podem faltar no processo de ensino-aprendizagem, em cada disciplina, ano de escolaridade e bimestre.”

Também apregoa que a adoção desse Currículo Mínimo visa estabelecer uma harmonia na rede de ensino fluminense – múltipla e diversa – e garantir:

uma essência básica comum a todos e que esteja alinhada com as atuais necessidades de ensino, identificadas não apenas nas legislações vigentes, Diretrizes e Parâmetros Curriculares Nacionais, mas também nas matrizes de referência dos principais exames nacionais e estaduais. Consideram-se também as compreensões e tendências atuais das teorias científicas de cada área de conhecimento e da Educação e, principalmente, as condições e necessidades reais encontradas pelos professores no exercício diário de suas funções. (SEEDUC/RJ, 2012, p. 2)

A implantação dessa grade curricular se deu em duas etapas. Em 2011 foram desenvolvidos os Currículos Mínimos para os anos finais do Ensino Fundamental e para o Ensino Médio Regular, nos seguintes componentes: Matemática, Língua Portuguesa/Literatura, História, Geografia, Filosofia e Sociologia. Já, em 2012, foi feita a revisão do Currículo Mínimo das seis disciplinas mencionadas, e elaborado o Currículo Mínimo das outras seis disciplinas (Ciências/Biologia, Física, Química, Língua Estrangeira, Educação Física e Arte).

A pesquisa que estamos a desenvolver começou a delinear-se a partir da nossa percepção de que, apesar da inovação dessa proposta curricular, alguns temas importantes da Física foram suprimidos.

Entendemos que o documento legal esclarece que sua proposição é de ter uma base comum a todas as escolas da rede estadual fluminense. Não obstante, a matriz escolar que aponta com duas aulas semanais - de 50 minutos cada – e a magnitude dos temas e conceitos a serem abordados pode sugerir que o Currículo Mínimo se transforme no Currículo de Física das escolas.

Nosso trabalho parte da proposta apresentada pela SEEDUC/RJ e a exclusão do tema “Hidrostática” do Currículo Mínimo. Essa opção se deve à presença do tema tanto nos principais livros didáticos aprovados pelo MEC para o PNLD em curso, quanto sua cobrança no Sisu/Enem e nos vestibulares – em particular das Universidades do Estado do Rio de Janeiro.

Assim, desenvolvemos uma Sequência Didática composta de duas a quatro aulas de 50 minutos com experimentos de demonstração, com o intuito de prover aos estudantes conceitos fundamentais do tema, sem exigir do professor grandes adaptações em seu planejamento para que possa cumprir o Currículo Mínimo.

A sequência completa se dá por um conjunto de experimentos de demonstração investigativa em que os estudantes serão inquiridos e estimulados à participação em sala de aula para compreensão de: densidade; pressão; pressão atmosférica; e os Princípios de Pascal, de Stevin e de Arquimedes.

Pretendemos que, durante essas atividades, os alunos se apropriem dos conceitos acima e a Sequência Didática possibilite sua extensão com atividades de verificação de aprendizagem.

As alterações curriculares no Estado do Rio de Janeiro – Currículo Mínimo

Como exposto anteriormente, a escola pública fluminense de ensino médio teve sua grade curricular alterada a partir de 2012, com a remodelação dos componentes curriculares e a busca de novas práticas educativas. A implantação do CM/RJ teve por finalidade “orientar, de forma clara e objetiva, os itens que não podem faltar no processo de ensino-aprendizagem, em cada disciplina, ano de escolaridade e bimestre” (SEEDUC/RJ, 2012, p. 4) e garantir à rede de ensino do Estado uma base curricular comum.

Segundo a SEEDUC/RJ, essas orientações estão em consonância com a legislação vigente, com as Diretrizes e os Parâmetros Curriculares Nacionais, bem como com as matrizes dos principais exames nacionais (ENEM¹) e estaduais (SAERJ²).

Para discutir sobre as alterações curriculares ocorridas no Estado do Rio de Janeiro, necessitamos situá-las nas transformações do ensino de Física ocorridas desde o início do século XX.

Fazendo uma revisão na literatura, percebemos que vários autores têm se debruçado sobre o tema e discorrem sobre essa necessidade, ressaltando que o ensino de

¹ ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio

² SAERJ - Sistema de Avaliação da Educação do Estado do Rio de Janeiro

Física, apesar das transformações científicas e tecnológicas advindas a partir do início do século XX, ainda se detém em apresentar aos estudantes os conceitos da Física Clássica de forma dissociada de seu cotidiano.

Como afirmam os Parâmetros Curriculares Nacionais:

Para o Ensino Médio meramente propedêutico atual, disciplinas científicas, como a Física, têm omitido os desenvolvimentos realizados durante o século XX e tratam de maneira enciclopédica e excessivamente dedutiva os conteúdos tradicionais. (BRASIL, 1999, p. 209).

Por outro lado, esse mesmo documento assevera que:

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

Também as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) afirmam que “a presença do conhecimento de Física na escola média ganhou um novo sentido a partir das diretrizes apresentadas nos PCNEM” (BRASIL, 2002, p. 1)

Além desses documentos, diversos pesquisadores indicam a necessidade de uma atualização curricular do ensino de Física na escola média, que garanta acesso às modernas teorias desenvolvidas ao longo do século XX. Dentre eles, destacam-se Gil-Pérez et al (1988), Gil-Pérez, Senent e Solbes (1987), Barojas (1988), Gil e Solbes (1993) e Cuppari et al (1997) que já apontavam a necessidade de uma atualização curricular que incorporasse o conhecimento de Física Moderna e Contemporânea (FMC).

Para Menezes e Hosoume (1997)

a escolha por esta nova visão do aprendizado escolar da física não é uma opção pela superficialidade, pela “cultura de almanaque”. Pelo contrário, é uma tentativa de dar aos estudantes uma idéia de ciência e da tecnologia, como parte da cultura, como visão de mundo, e também da cultura da produção e dos serviços da atualidade. Não se trata de ancorar o desenvolvimento abstrato em exemplos concretos, vividos, do cotidiano do aluno. Trata-se de desenvolver uma sistemática de reflexão e aprendizado, que transcenda as paredes da escola, que instrua o olhar e o pensar na rua, em casa e no trabalho (p. 284).

Borges et al (1997) destacam que “neste sentido é importante que o currículo busque incorporar os desenvolvimentos da Física que ocorreram neste século, trazendo

a Física do segundo grau para mais próximo da Física que os físicos fazem atualmente”. (BORGES et al³, 1997, p. 215).

Para Barrelo Júnior (2010) “é relevante salientar que os alunos se aproximam do mundo científico e tecnológico por meio de filmes, sites na Internet, histórias em quadrinhos, séries de televisão sem que lhes sejam fornecidos princípios e bases conceituais para seu entendimento”.

Como afirma Brockington (2005), “nesse processo, é comum que se criem concepções espontâneas sobre fenômenos e o fazer científico que, muitas vezes, os estudantes levarão por toda a vida”.

Para Ostermann e Moreira (2000),

[...] pode-se constatar que há muitas justificativas na literatura que nos permitem lançar uma hipótese: há uma tendência nacional e internacional de atualização dos currículos de Física e muitas justificativas para tal. No entanto [...] ainda é reduzido o número de trabalhos publicados que encaram a problemática sob a ótica do ensino e, mais ainda, os que buscam colocar, em sala de aula, propostas de atualização (p. 27).

Para esses autores, a inserção da FMC no ensino médio pode contribuir tanto para que o aluno tenha uma mudança em sua visão do mundo quanto para lhe fornecer uma imagem mais correta desta Ciência e da própria natureza do trabalho científico. As diversas consequências tecnológicas da FMC, que fazem parte do cotidiano do aluno, podem estimular seu interesse pelo estudo e atrair jovens para a carreira científica. Efeitos positivos para o ensino também seriam obtidos, pois o professor se sentiria mais estimulado por ensinar tópicos novos, aumentando seu entusiasmo (OSTERMANN; MOREIRA, 2000).

Em 1996, Carvalho e Vannucchi, analisando o distanciamento entre os ensinamentos da escola média e as descobertas científicas e tecnológicas, afirmavam:

Vivemos hoje num mundo altamente tecnológico – fibra ótica, códigos de barra, micro-computadores etc, etc, etc. – e o nosso ensino ainda está em Galileu, Newton, Ohm, não chegou ainda no século vinte. Estamos no último quinquênio do século XX, mas em termos de ensino estamos muito longe do seu início. Em 1905 Einstein propunha o Princípio de Relatividade Geral, em 1995 não temos nenhuma condição de ensinar a relatividade para os alunos do curso médio (CARVALHO; VANNUCHI, 1996, p. 7). [...] [Isto] define, por si só, a necessidade de debatermos e estabelecermos as formas de abordar tais conteúdos na escola de 2º grau. (p. 209).

³ BORGES et al. O cultivo da banana, Cruz das Almas,: EMBRAPA-CNPMPF, 1997, 109, p.ii

Percebemos, então, pela revisão bibliográfica acima, que as modificações curriculares propostas pela SEEDUC/RJ estão alinhadas com os apontamentos das pesquisas em ensino de Física. Nas suas justificativas de escolhas, categoricamente afirmam:

Abordamos, ao longo dos três anos, temas de FMC como forma de atrair os estudantes e dar maior significado para o estudo de Física. Por isso, ao começarmos com o estudo de Cosmologia já poderemos falar de temas contemporâneos sem precisar esperar todo o estudo da Física clássica para fazê-lo. Conhecer alguns tópicos de FMC é fundamental para compreender a realidade que nos cerca a partir da nova visão de mundo que a Física do século XX construiu. (SEEDUC/RJ, 2012, p. 4)

Por outro lado, como apontamos anteriormente, a supressão de alguns temas não coaduna com sua cobrança ainda bastante presente em concursos e vestibulares. Para além dessa justificativa, conceitos de física clássica, como aqueles relativos à hidrostática, são também relevantes no cotidiano do cidadão. Prensas hidráulicas, elevadores de automóveis, emersão e submersão de submarinos e máquinas são exemplos de aplicações tecnológicas desses conceitos.

O ensino por investigação demonstrativa

A experimentação em sala de aula tem sido objeto de estudo de várias pesquisas. Há, por exemplo, pesquisas que apresentam críticas sobre a abordagem empregada nas atividades práticas (SHILAND, 1999; HODSON, 2005); outras que fazem revisões sobre os trabalhos desenvolvidos sobre o tema (HOFSTEIN; LUNETTA, 2004; BAROLLI; LABURÚ; GURIDI, 2010); ou sobre propostas alternativas para as atividades práticas (FURIÓ et al, 2005; CAAMANO, 2005; DOMIN, 2007; SUART; MARCONDES, 2008, 2009); ou ainda sobre a importância das atividades experimentais (ASSIS et al, 2009).

Muitas dessas pesquisas apontam a ênfase dada pelo professor ao produto, à realização das atividades experimentais em detrimento do processo de desenvolvimento das mesmas. Assim, os professores não exploram etapas envolvidas nos experimentos – como a coleta e a análise dos dados - de forma a contribuir para os alunos elaborarem suas conclusões e, conseqüentemente, construir seus conhecimentos.

Para Hodson (1994) e Zuliani (2006) – assim como para inúmeros outros autores - o uso da investigação, guiada pelo professor e fundamentada no modelo construtivista de aprendizagem, é um caminho eficaz para o uso da experimentação.

Bybee⁴ (2000 apud HOFSTEIN; LUNETTA, 2004, p. 31) considera as atividades experimentais de Ciências um importante meio para apresentar aos estudantes os conceitos centrais da Ciência e as habilidades científicas.

As atividades experimentais centradas na investigação apresentam um maior potencial para a aprendizagem dos alunos, tanto no que se refere ao entendimento conceitual quanto na compreensão da natureza da Ciência e são particularmente importantes frente às propostas de ensino e aprendizagem por investigação, como afirmam Hofstein e Lunetta (2004) e preconiza o documento "National Science Education Standards" (NRC, 1996), sendo fundamental para o desenvolvimento da alfabetização científica.

Algumas características são comuns às várias abordagens de ensino por investigação, tais como: a abordagem centrada no aluno, em que o foco do ensino está voltado para a aprendizagem dos mesmos; a aprendizagem ativa, ou seja, guiada por questões e problemas; o desenvolvimento de habilidades de controle da própria aprendizagem, de maneira que os alunos assumam mais responsabilidade por seu próprio aprendizado; e uma base teórica construtivista, que propõe que os alunos construam o seu próprio significado da realidade e o próprio conhecimento, ao invés do conhecimento imposto ou transmitido pela instrução direta.

O ensino por investigação traz três pressupostos básicos que deveriam ser considerados no planejamento de atividades dessa natureza. O primeiro diz respeito aos alunos sentirem-se interessados em participar da investigação e, para tanto, sugere-se iniciar a atividade com uma ou mais questões que sejam do interesse dos alunos. O segundo pressuposto se refere a que os aprendizes tenham oportunidades de elaborar hipóteses para explicar o fenômeno que está sendo estudado. O terceiro é relativo à troca de ideias entre os alunos e o professor, por meio do diálogo, tendo o professor o papel de orientador. A priori, os alunos devem compreender que as atividades desse tipo são diferentes da tradicional, que a atuação do professor deixa de ser a de transmitir informações e que devem participar ativamente do processo de ensino e aprendizagem. Portanto, a atuação é do aluno, e não do professor, na condução da sua própria aprendizagem (BIANCHINI, 2011).

Se o professor organizar uma atividade experimental que apresente ao aluno uma situação problema de seu interesse, oriente as discussões em busca da resolução do

⁴ BYBEE, R. W. . Achieving scientific literacy. *The Science Teacher*, Arlington, v. 62, n. 7, p. 28-33, 2000.

problema para que eles possam participar do processo investigativo, ou seja, elaborar hipóteses, testá-las e discuti-las, criar argumentos na análise dos dados e por fim elaborar suas conclusões, terá alcançado os objetivos de uma aula experimental investigativa. E essa, por sua vez, privilegia o desenvolvimento de habilidades cognitivas e o raciocínio lógico dos alunos.

Para Carvalho et al (1999), os experimentos investigativos são uma forma de privilegiar a participação do aluno na construção do conhecimento. Essa participação pode ocorrer a partir de uma questão problematizadora de interesse do aluno, seguida de atividades que possam permitir o engajamento deles nas discussões, no processo de elaboração de hipóteses, na análise dos dados, sob a mediação do professor, conduzindo-os à construção dos conceitos.

Desse modo, os autores afirmam que para uma prática experimental ser considerada de investigação as atividades propostas aos alunos não devem limitar-se à manipulação ou à observação, mas sim, apresentar um problema a ser resolvido, pelo menos em parte, pela experimentação, abrangendo reflexões, discussões, ponderações e explicações, ou seja, envolver os alunos em ações com características de uma investigação científica (CARVALHO et al, 1999). Ainda defendem que atividades experimentais demonstrativas podem trazer uma contribuição para o ensino de Ciências quando envolvem uma investigação acerca do fenômeno demonstrado, ou seja, tornando-se uma atividade investigativa, apresentando uma situação problema e um planejamento que contemple a elaboração de hipóteses, a análise dos dados, conclusões, bem como questionamentos. Apontam diferenças entre as atividades experimentais apenas demonstrativas e as de caráter investigativo. As atividades experimentais apenas demonstrativas têm o objetivo de ilustrar a teoria, de comprovar um conteúdo já ensinado ou em estudo. Já as atividades demonstrativas de caráter investigativo buscam problematizar o assunto a ser estudado, a partir de uma questão que desperta a curiosidade e orienta os alunos sobre as variáveis proeminentes para o fenômeno estudado. Nesse contexto, os autores consideram, ainda, que o professor passa a ter um papel de questionador, conduzindo as perguntas e propondo desafios aos alunos para que estes possam levantar suas próprias hipóteses e propor possíveis soluções para o problema. Apontam que os professores necessitam dispor de fundamentos e referenciais teóricos que auxiliem na explicação dos conceitos específicos e, também, devem ficar atentos à utilização de uma linguagem apropriada aos alunos (CARVALHO et al, 1999).

Para Azevedo (2004), uma atividade de investigação deve fazer sentido para o aluno, ou seja, ele deve saber o porquê de estar sendo investigado o fenômeno a ele apresentado. Desse modo, a autora considera fundamental a apresentação de uma questão ou um problema aberto, pelo professor, como ponto de partida para a criação de um novo conhecimento.

Hofstein e Lunetta (2004) destacam alguns fatores que dificultam o aprendizado de Ciências na escola, como: 1. os procedimentos de laboratório como "livro de receitas" a serem seguidos ritualisticamente sem o envolvimento cognitivo dos alunos em relação aos propósitos da investigação; 2. a dificuldade de incorporação de atividades do tipo investigativa devido às limitações de recursos (incluindo os tecnológicos) e pela falta de tempo dos professores para buscar informações, desenvolver e implementar essas atividades no currículo; 3. o número de alunos por sala e 4. o foco dos exames externos.

Como preconizam os pressupostos teóricos apresentados, consideraremos nesta pesquisa que as atividades experimentais de natureza investigativa colaboram para a melhoria da aprendizagem dos alunos, pois os envolvem tanto em seus aspectos operacionais, quanto – e principalmente - no aspecto cognitivo, ao participarem das etapas da investigação. Também, contribuem para a interação dialógica entre os alunos e o professor em torno da construção do conhecimento e, dessa forma, os alunos podem se sentir responsáveis por seus próprios conhecimentos, já que o professor assume o papel de mediador dos conhecimentos e não mais o transmissor.

Entretanto, como citado pelas pesquisas, esse tipo de atividade ainda é considerado como algo desafiador, tanto para os alunos como para os professores, já que exigem muito mais do que o conhecimento dos conteúdos específicos.

A sequência didática e as etapas da pesquisa

Nossa pesquisa, ainda em fase inicial, se pauta pelo uso de atividades experimentais demonstrativas em sala de aula. Pretendemos um aprofundamento na busca de autores que versem sobre o tema e sua implicação em práticas de sala de aula.

Estamos construindo uma sequência de experimentos que abordem conceitos de Hidrostática, mas que também possibilitem aos alunos refletir e discutir entre si tais fundamentos e suas implicações.

As figuras abaixo ilustram algumas possibilidades que temos analisado para implementação.

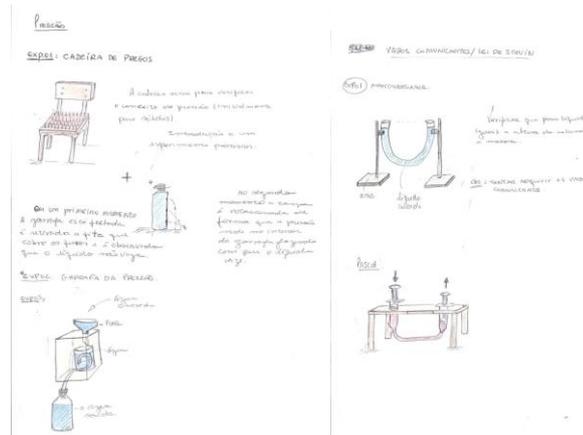


Figura 01 – Exemplos de demonstrações experimentais

Tencionamos desenvolver um conjunto de 02 a 04 aulas, onde experimentos envolvendo pressão, pressão atmosférica, densidade, princípios de Arquimedes, de Stevin e de Pascal sejam apresentados aos alunos e, durante as aulas, esses possam analisar os fenômenos observados. A partir dessas observações, com a mediação do professor, sejam construídos os conceitos.

O projeto prevê a gravação em áudio e vídeo das aulas e suas transcrições. A verificação da aprendizagem dar-se-á pela análise das interações discursivas em sala de aula, bem como pelos registros escritos dos alunos.

Neste arquivo discorreremos apenas sobre um dos experimentos a ser realizado em sala. O objetivo da atividade é trabalhar o Princípio de Arquimedes – ou Empuxo Hidrostático. Para tanto, apresentaremos aos alunos dois conjuntos de béqueres graduados, contendo água, onde submergiremos dois cilindros metálicos de mesmo material, mesma área de base e alturas diferentes ($h_2 = \frac{h_1}{2}$). Nosso arranjo experimental prevê que os cilindros estejam suspensos por fios de *nylon* com auxílio de uma haste universal.

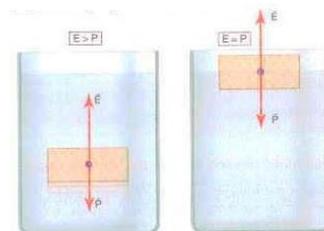


Figura 02 – Cilindros submersos em água

Os estudantes serão indagados sobre: o volume a ser deslocado por cada cilindro; a massa de cada um deles; se há relação entre os dois corpos e o volume de água movimentado e deverão anotar suas hipóteses. Após, os cilindros serão submersos e registrada a altura da água deslocada. Assim, pode-se obter o volume de água

movimentada. Há marcações nos cilindros que facilitam afundar $\frac{1}{4}$, metade, $\frac{3}{4}$ ou o corpo inteiro. Feitas as observações e comparações com os resultados, os estudantes – com a mediação do professor – deverão perceber a dependência do Empuxo com a densidade, o volume e ação local da gravidade. Espera-se que percebam que o Empuxo é uma força de oposição ao peso do fluido deslocado. Pretendemos um roteiro semi-estruturado em que seja possível a utilização de questões abertas para discussão pelos alunos.

Como afirmamos inicialmente, nossa pesquisa se encontra em fase de elaboração, em que estamos analisando as diversas possibilidades de arranjos experimentais com abordagem do tema e dos conceitos de Hidrostática. Dessa forma, ainda não possuímos dados e resultados de sua aplicação. Nossa intenção é promovê-la no segundo semestre de 2014 em uma escola já definida da rede pública estadual do Rio de Janeiro.

REFERÊNCIAS

- Assis, A.; Laburú, C. E.; Salvadego, W. N. C. A seleção de experimentos de química pelo professor e o saber profissional. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v.9, n.1, 2009.
- BAROJAS, J. (Ed.). *Cooperative networks in physics education*. New York: American Institute of Physics, 1988. (AIP Conference Proceedings, 173).
- Barolli, E.; Laburú, C. E.; Guridi, V. M. Laboratorio didáctico de ciências: caminos de investigacion. *Revista Electronica de Enseñanza de las Ciencias* [online], v.9, n.1, p. 88-110, 2010. Disponível em: <<http://www.saum.uvigo.es/reec>>. Acesso em 10-01-2013.
- Bianchini, T. B. *O ensino por investigação abrindo espaço para a argumentação de professores e alunos do ensino médio*. Bauru: Universidade Estadual Paulista - Campus Bauru, 2011. 144p. Dissertação de Mestrado em Educação para a Ciência, Área de concentração: Ensino de Ciências.
- BORGES, M. D. *Física moderna e contemporânea no ensino médio: uma experiência didática com a teoria da relatividade restrita*. 2005. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.
- Brasil. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio*. Brasília: Ministério da Educação, 1999.
- _____. Ministério da Educação e Cultura. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros curriculares nacionais + ensino médio: orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais. linguagens códigos e sua tecnologias*. Brasília: MEC, 2002.

- Brockington, G. *A realidade escondida: a dualidade onda-partícula para estudantes do Ensino Médio*. 2005. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Física e Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.
- Bybee, R. W. Achieving scientific literacy. **The Science Teacher**, Arlington, v. 62, n. 7, p. 28-33, 1995.
- Bybee, R. W; De Boer, G. E. Research on goals for the science curriculum. In: GABEL, D. L. (Ed). **Handbook of research in science teaching and learning**. New York: McMillan, 1994. p. 357-387.
- Caamano, A. Trabajos prácticos investigativos em química em relación con el modelo atómico-molecular de la matéria, planificados mediante um diálogo estructurado entre profesor y estudiantes. *Educación Química*, v.16, n.1, p. 10-19, 2005.
- Carvalho, A. M. P.; VanNucchi, A. O currículo de física: inovações e tendências nos anos noventa. *Investigações em ensino de ciências*, Instituto de Física, UFRGS, v. 1, n. 1, p. 3-19, 1996. Disponível em:
<http://www.cienciamao.if.usp.br/tudo/exibir.php?midia=ienci&cod=_ocurriculodefisicainovac>. Acesso em: 05 fev. 2009.
- Carvalho, A. M. P. (Coord.); Santos, E. I.; Azevedo, M. C. P. S; Date, M. P.S.; Fujii, S. R. S.; Nascimento, V. B. *Termodinâmica: um ensino por investigação*. 1ª. Edição. São Paulo: FEUSP, 1999. 123p.
- CUPPARI, A. et al. Gradual introduction of some aspects of quantum mechanics in a high school curriculum. *Physics Education*, Bristol, v. 32, n. 5, p. 302-308, Sept. 1997.
- Domin, D. S. Students' perceptions of when conceptual development occurs during laboratory instruction. *Chemistry Education Research and Practice*, 2007, 8(2), p. 140-152.
- Furió, C.; Valdés, P.; González De la Barrera, L. G. Transformación de las prácticas de laboratorio de química en actividades de resolución de problemas de interés profesional. *Educación Química*, 2005, 16(1), p. 20-29.
- GIL-PÉREZ, D. et al. La resolución de problemas de lápiz y papel: como actividad de investigación. *Investigación en la Escuela*, n. 3, p. 3-19, 1988.
- GIL-PÉREZ, D.; SENENT, F.; SOLBES, J. La introducción a la física moderna: un ejemplo paradigmático de cambio conceptual. *Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, n. extra, p. 209-210, set. 1987.
- GIL-PÉREZ, D.; SOLBES, J. The introduction of modern physics: overcoming a deformed vision of science. *International Journal of Science Education*, London, v. 15, n. 3, p. 255-260, 1993.
- Hodson, D. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 1994, 12(3), p. 299-313.
- Hodson, D. Teaching and Learning Chemistry in the Laboratory: A Critical Look at the Research. *Educación Química*, 2005, 16(1), p. 30-38.
- Hofstein, A; Lunetta, V. N. The Laboratory in Science Education: Foundations for the Twenty-First Century. *Science Education*, 2004, 88, p. 28-54.
- MENEZES, L. C.; HOSOUME, Y. Para lidar com o mundo real: a física escolar também precisa ser quântica. In: SNEF, 12., 1997, Belo Horizonte. *Atas...* Belo Horizonte: SNEF, 1997. p. 282-287.

National Research Council (NRC). National Science Education Standards. Washington, DC: National Academy Press, 1996.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa física moderna e contemporânea no ensino médio. *Investigações em ensino de ciências*, Porto Alegre, v. 5, n. 1, 2000. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol5/n1/v5_n1_a2.htm>. Acesso em: 20 jun. 2008.

Shiland, T. W. Constructivism: The Implications for Laboratory Work. *Journal of Chemical Education*, january, v.76, n.1, p. 107-109, 1999.

Suart, R. C.; Marcondes, M. E. R. As habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio de química em uma atividade experimental investigativa. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*. v.8, n.2, p. 1-22, 2008.

Suart, R. C.; Marcondes, M. E. R. A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. *Ciências & Cognição*, v.14, n.1, p. 50-74, 2009.

Zuliani, S. R. Q. A. *Prática de Ensino de Química e Metodologia Investigativa: Uma Leitura Fenomenológica a partir da Semiótica Social. Tese de (Doutorado em Educação)*. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 2006. 288p.