



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA E CIENTÍFICA
FACULDADE DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA E CIENTÍFICA
LICENCIATURA INTEGRADA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, MATEMÁTICA E
LINGUAGENS.

CARINA MARQUES LERAY

**UTILIZANDO A PROBLEMATIZAÇÃO DE EXPERIMENTOS PARA
ENSINAR NOÇÕES DE DENSIDADE**

BELÉM –PARÁ
2018

CARINA MARQUES LERAY

**UTILIZANDO A PROBLEMATIZAÇÃO DE EXPERIMENTOS PARA
ENSINAR NOÇÕES DE DENSIDADE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Educação Matemática e Científica, da Universidade Federal do Pará, como requisito parcial para obtenção do grau de Licenciado Pleno em Licenciatura Integrada em Educação em Ciências, Matemática e Linguagens.

Orientador: Prof. Dr. Jesus Cardoso Brabo.
IEMCI – UFPA.

BELÉM –PARÁ
2018

CARINA MARQUES LERAY

**UTILIZANDO A PROBLEMATIZAÇÃO DE EXPERIMENTOS PARA ENSINAR
NOÇÕES DE DENSIDADE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Educação Matemática e Científica, da Universidade Federal do Pará, como requisito parcial para obtenção do grau de Licenciado Pleno em Licenciatura Integrada em Educação em Ciências, Matemática e Linguagens.

Aprovado em 22 de Março de 2018.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Jesus Cardoso Brabo – Orientador

Profa. Ana Elisabeth Dias Pereira Cavalcante

Profa. Ana Silvia Alves Gomes

Agradecimentos

À Deus.

A minha família, razão de minha existência.

Primeiramente agradeço a Deus, pois sem ele não teria forças para ter chegado nessa etapa tão importante de minha vida, a minha mãe Raimunda Marques que é meu porto seguro, que apesar das dificuldades sempre colocou a educação de seus filhos em primeiro plano, sendo exemplo de bondade e honestidade para nós. Meu pai Emilio Barbosa Leray (*in memoriam*), que infelizmente não está mais presente e não poderá compartilhar comigo desse momento tão especial, mas que não deixará de ser lembrado por mim em nenhum momento, meus irmãos, José Marques, Elin Marques Leray, Carolina Marques Leray, Gilson Bruno Marques Leray e José do Carmo Marques que foi quem sempre investiu em meus estudos e acreditou em mim. Aos meus professores, em especial a Meu orientador Jesus Brabo pela paciência e grandes ensinamentos, pela humildade e dedicação, por acreditar nesse trabalho e honrar sua profissão. Aos meus sobrinhos e afilhados no qual possuo um amor incondicional. Meus amigos que estiveram ao meu lado sendo eles de longa jornada, ou os que se tornaram amigos durante esses quatro anos de graduação, que muita das vezes compartilhei momentos de angustias, ansiedade, alegrias. E aqueles que de alguma forma fazem parte dessa conquista.

Ensinar é um exercício de imortalidade. De alguma forma continuamos a viver naqueles cujos olhos aprenderam a ver o mundo pela magia da nossa palavra. O professor, assim, não morre jamais.”

Rubem Alves

RESUMO

Este trabalho trata-se de um relato de uma sequência didática, inspirada nos princípios “mão na massa”, que procurou criar situações para problematizar experimentos e ensinar noções de densidade a crianças, de nove a dez anos de idade, sócios-mirins de uma turma de 4º ano do ensino fundamental do Clube de Ciências da UFPA (CCIUFPA). As atividades foram pensadas para estimular os estudantes a expor seus conhecimentos prévios, observando, perguntando, testando, argumentando, registrando e debatendo suas ideias e opiniões com os colegas e professores.

Palavras-Chaves: ensino por investigação, mão na massa, densidade.

ABSTRACT

This work is an account of a didactic sequence, inspired by the principles "hands-on", that tried to create situations to problematize experiments and to teach notions of density to children, from nine to ten years of age, junior partners of one 4th year of elementary school of the UFPA Science Club (CCIUFPA). The activities were designed to encourage students to expose their prior knowledge by observing, asking, testing, arguing, recording and debating their ideas and opinions with colleagues and teachers.

Keywords: Teaching by investigation, hand in the mass, density.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	8
REFERENCIAL TEÓRICO	10
As origens das busca pela melhoria do ensino de ciências	10
As recomendações didáticas contemporâneas para aulas de ciências	11
Uso de atividades do tipo mão na massa em aulas de ciências	13
METODOLOGIA.....	18
DESCRIÇÃO E DISCUSSÃO DAS ATIVIDADES	20
Aula 1: afunda ou não afunda?	22
Aula 2: ovo que sobe e ovo que desce	25
Aula 3: submarino de garrafa	27
Aula 4: mudando as formas.....	29
CONSIDERAÇÕES FINAIS	31
REFERÊNCIAS.....	32

INTRODUÇÃO

Minha escolha por desenvolver um trabalho de conclusão de curso a respeito do uso de experimentação em aula de ciências surgiu no ano de 2014 no qual ingressei no curso de Licenciatura Integrada em Educação em Ciências, Matemática e Linguagens pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Durante a semana acadêmica daquele ano foram ministradas diversas palestras, e uma delas era a respeito do Clube de Ciências da UFPA (CCIUFPA), que é um programa onde graduandos de diferentes cursos de licenciatura tem a oportunidade de realizar atividades de iniciação científica com alunos da educação básica.

Meu interesse foi despertado, pois percebi que a metodologia de ensino era diferenciada da qual eu já conhecia. Trabalhar com os alunos através da problematização de experimentos seria algo novo para mim, pois tinha conhecimento apenas dos métodos de ensino essencialmente memorísticos que vivenciei nas escolas que havia estudado até então. Foi então que resolvi me inscrever como professora-estagiária do CCIUFPA e encarar o desafio ministrar aulas com essa perspectiva.

Durante três anos desenvolvi a função de professora estagiária do CCIUFPA e foi onde pude ter a primeira experiência em sala de aula, a qual foi de suma importância para minha formação como professora. Lá fortaleci a convicção de que tinha feito a escolha certa de minha futura profissão. Nesse tempo em que estive no projeto orientei três trabalhos de iniciação científica com alunos do ensino fundamental, sendo eles dois do segundo ano e um do quarto.

Este trabalho trata-se de um relato de experiência didática realizado com uma turma do 4º ano do ensino fundamental no Clube de Ciências da UFPA, onde foi abordado o tema densidade, através da seguinte pergunta problematizadora: “como fazer objetos que flutuam afundar e objetos que afundam flutuar?”. O objetivo foi trabalhar alguns conceitos físicos utilizando experimentação para levar os alunos a apresentar e discutir suas concepções alternativas sobre o assunto e, ao longo desse diálogo, aprender conceitos científicos e habilidades de raciocínio lógico-científico (observação, coleta e análise de dados, geração e teste de hipóteses etc.).

Antes de ser apresentado no formato de um trabalho de conclusão de curso este relato de experiência didática foi apresentado, em forma de banner, em um

evento chamado VI Ciclo de Seminários em ensino de Ciências, Matemática e Educação Ambiental, realizado no ano de 2017 no Campus Universitário de Castanhal da Universidade Federal do Pará.

REFERENCIAL TEÓRICO

As origens da busca pela melhoria do ensino de ciências

O conhecimento científico é um produto de anos de evolução social e tecnológica, que gradualmente, em culturas e tempos diferentes, acabou permitindo que certos grupos se dedicassem ao estudo de fenômenos naturais e acabassem produzindo conhecimentos e tecnologias que modificaram a vida social dessas comunidades, que acabavam sendo imitadas e aperfeiçoadas por outras comunidades e assim sucessivamente.

Muito antes do aparecimento da chamada Ciência Moderna, na Europa, em meados do século XVI d.C., muitos conhecimentos sobre os fenômenos naturais e tecnologias de comunicação, agricultura, edificações, metalurgia, matemática etc. foram produzidos em diferentes comunidades chinesas, indianas e árabes. Contribuições que foram decisivas para o surgimento das universidades medievais e sociedades científicas do século XVI d.C. em diante (RONAN, 1997).

As conquistas dos países que optaram em cultivar e fortalecer a Ciência acabaram levando à expansão do sistema de educação nesses países e, posteriormente, no Mundo. Logo se percebeu que quanto maior a quantidade de pessoas cientificamente educadas maior era a probabilidade de sucesso econômico e social das nações. As duas grandes guerras do século XX mostraram de uma vez por todas o quanto o desenvolvimento científico podia fazer a diferença.

Após a Segunda Guerra mundial os avanços tecnológicos nos Estados Unidos da América e na, até então chamada União Soviética – principalmente relacionada à fabricação de armas nucleares – foi denominada de Guerra Fria. Havia um grande receio de que uma terceira guerra mundial viesse a acontecer e por isso ambos os blocos investiram pesado na ciência e tecnologia, com vistas a fabricar armas cada vez mais poderosas.

Curiosamente, foi justamente essa corrida armamentista que acabou provocando uma das mais interessantes reformas curriculares nos sistemas de ensino dos Estados Unidos, que posteriormente acabou sendo imitada por outros países do bloco ocidental (KRASILCHIK, 2000).

A colocação em órbita do primeiro satélite artificial pelos soviéticos, em 1957, obrigou os americanos a buscar melhorias nos sistemas educativos vigentes,

implantando laboratórios de ciências nas escolas para estimular a formação de cientistas e engenheiros que pudessem ajudar o país na corrida armamentista contra os soviéticos.

Essa reforma curricular americana, elaborada e posta em prática nos anos de 1960, também acabou estimulando a realização de pesquisas sobre a melhoria do ensino de ciências que culminaram no desenvolvimento de novas estratégias de ensino, abordagens curriculares, objetivos educacionais, entre outras modificações do sistema de educação formal.

Apesar de muitas ideias e materiais didáticos dessa época terem chegado e até mesmo sido utilizados por algumas escolas e universidade do Brasil, mudanças curriculares substanciais demoraram a ocorrer.

Até 1971 os estudantes do sistema brasileiro de educação básica assistiam aulas de ciências naturais somente nas duas últimas séries do antigo ginásio (equivalente o que hoje se chama ensino fundamental maior). Passando a ser matéria obrigatória de primeira a oitava série somente com a instituição da Lei nº 5692/1971. Mesmo assim, as aulas de ciências, por uma série de fatores, eram apresentadas quase que exclusivamente de forma expositiva.

As recomendações didáticas contemporâneas para aulas de ciências

No Brasil, mudanças curriculares mais significativas só viriam a acontecer na década de 1990 com a promulgação da chamada Nova Lei das Diretrizes e Bases da Educação - LDB (Lei 9693/1996) e os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCNs (BRASIL, 1997) que passaram a recomendar a substituição do modelo educacional vigente por uma abordagem, digamos, mais construtivista, considerando aspectos tais como interdisciplinaridade e contextualização como elementos essenciais para formulação dos novos currículos escolares e implementação de aulas nas escolas da rede de educação básica.

Nesse contexto a experimentação em aula ganhou força, uma vez que muitas pesquisas apontavam que:

[...] colocar um sujeito em situação de experimentação significa permitir que ele questione seu conhecimento e o que o objeto de conhecimento mostra [...] o aluno em contato com experimentos científicos faz com ele conteste o saber já adquirido, e também o que aprendeu com a realização do mesmo (SILVA, 2013, p.126).

Os PCNs de Ciências (BRASIL, 1997) passaram a recomendar a realização de aulas focadas na aprendizagem do aluno (não mais no ensino do professor), que partissem de questões ou situações-problema com a intenção de fazer o levantamento das hipóteses e conhecimentos prévios dos alunos. Dessa forma, o professor identificaria o que alunos já sabem sobre o assunto e organizaria as próximas etapas com base nessas observações.

Ou seja, as questões problematizadoras teriam a função de desafiar os estudantes a buscarem explicações para uma determinada pergunta a partir de seus conhecimentos prévios e suas hipóteses e sistematizar as perguntas seguintes e eventuais testes e pesquisas para respondê-las (SCHIEL e ORLANDI, 2009). A pergunta problematizadora não necessariamente precisaria surgir do professor, mas também podiam ser elaboradas pelos estudantes, a partir de dúvidas do cotidiano de sala de aula. Podendo ser estimuladas pelo docente com o devido cuidado com o nível cognitivo em que seus alunos se encontram para que a respostas dadas por eles sejam coerentes e assim culminem em aprendizagens mais efetivas, uma vez que:

[...] A problematização intenciona que os alunos sejam desafiados a expor seus conhecimentos prévios e reflexões sobre a temática, permitindo que o aluno sinta a necessidade de aquisição do conhecimento para enfrentar o problema. A organização do conhecimento dá-se através da seleção e organização dos conhecimentos necessários para a compreensão dos temas e da problematização inicial, que pode acontecer por meio de atividades diversas (LEONOR, et. al, 2013, p.4).

Ao fazer uma questão, ao propor um problema, o professor passa a tarefa de raciocinar para o aluno e sua ação não é mais a de expor, mas de orientar e encaminhar as reflexões dos estudantes na construção do novo conhecimento. Segundo Carvalho (2013), ao elaborar uma questão problematizadora o docente dá ao seu aluno a oportunidade de desenvolver suas habilidades cognitivas, refletir sobre o assunto e construir suas hipóteses.

A função do professor nesse cenário seria de instigar seus alunos e executar tarefas investigativas para um melhor resultado, mantendo-os motivados e desafiados, e seguir com os questionamentos e discussões (SCHIEL e ORLANDI, 2009). Por esse motivo, o gerenciamento da classe e o planejamento das interações didáticas entre alunos e seus colegas e entre professor e alunos são tão importantes quanto o material didático e a elaboração do problema (CARVALHO, 2013).

Diversos pesquisadores da área de ensino de ciências passaram a valorizar os trabalhos em grupo, em detrimento as exercícios individualizados, uma vez que muitas pesquisas detectaram que a interação em professor-aluno e aluno-aluno era um elemento chave para a aprendizagem tanto de alunos quanto de professores.

[...] O trabalho em grupo sobe de *status* no planejamento do trabalho em sala de aula, passando de uma atividade optativa do professor para uma necessidade quando o ensino tem por objetivo a construção do conhecimento pelos alunos. Entretanto, para utilizar a dinâmica de grupo eficazmente, dentro da teoria vigostskiana, deve-se escolher deixar os alunos trabalharem juntos quando na atividade de ensino tiver conteúdos e/ou habilidades a serem discutidos, ou quando eles terão a oportunidade de trocar ideias e ajudar-se mutuamente no trabalho coletivo. (CARVALHO, 2013, p. 5).

Em grupos, os alunos elaboram as estratégias para verificar as hipóteses levantadas durante a etapa de problematização, apresentando-as aos demais e discutindo-as coletivamente, gerando possíveis revisões (SCHIEL e ORLANDI, 2009).

Embora aulas investigativas a primeira vista pareçam seguir um padrão único, na prática ocorrem variações referentes ao tipo de experimento utilizado (demonstrativos, investigativos, exploratórios, motivadores), ao tipo de condução do assunto a ser ministrado (diretivo, não diretivo), ao tipo de avaliação empregada (diagnóstica, formativa, somativa) entre outras variações didáticas. Essas diferenças são discutidas em um trabalho de Parente (2012) e devem ser levadas em conta pelos professores na hora de decidir qual das variações de aulas podem/devem ser utilizadas em aulas sobre determinados temas científicos.

Tendo em vista tais possibilidades, pensamos em produzir e analisar aulas baseando-nos nos pressupostos do *projeto mão na massa*, cujas características principais e os resultados de algumas pesquisas sobre o uso dessas abordagens serão discutidas no tópico seguinte.

Uso de atividades do tipo mão na massa em aulas de ciências

O chamado projeto Mão na Massa (*La main à la patê*) é uma iniciativa de educadores franceses, liderados pelo Prêmio Nobel de Física Georges Charpak, cujo objetivo é revitalizar o ensino de ciências nas escolas de educação básica, oferecendo aos professores das escolas do ensino fundamental, disseminando e desenvolvendo um conjunto de sugestões didáticas e atividades do tipo *hands-on*,

que estimulam a investigação de fenômenos e conceitos científicos, partindo de atividades experimentais de fácil realização e estimulando o desenvolvimento do raciocínio lógico e da linguagem oral e escrita (SAINT-FONS et al, 2005).

O projeto teve início em 1995, mediante o apoio e financiamento da Academia Francesa de Ciências. Atualmente faz parte do rol de projetos apoio pelo Inter-Academy Panel - IAP, órgão mundial das academias de Ciências e tem sido disseminado para diversos países no mundo. No Brasil o programa é desenvolvido desde 2001 numa parceria com a Academia Brasileira de Ciências, denominado ABC na Educação Científica.

Os autores do projeto reiteram que, diferentemente do que muitos educadores possam pensar os experimentos das atividades não foram propostos apenas com o objetivo de servir como mera demonstração de aplicação de determinado conceito ou teoria. Sua real função é motivar e mobilizar os alunos a questionar, manipular e buscar explicações para o que está sendo observado, testando *in loco* eventuais hipóteses explicativas que surgissem durante a realização da atividade. Enquanto isso, os estudantes são estimulados a registrar em forma de texto, desenhos e/ou esquemas os que observavam, suas questões e eventuais explicações.

Os autores do projeto possuem diversos livros com atividades elaboradas e testadas em escolas da França, Brasil e em outros países do Mundo, mas também realizam eventos para disseminar e resultados dos projetos com o objetivo de estimular professores da educação básica a produzirem, testarem e apresentarem os resultados suas próprias atividades “mão na massa”, de acordo com os seguintes passos:

1) Seleção uma situação inicial: assunto, tema e/ou fato escolhido em função dos conteúdos, habilidades e/ou atitudes que se pretende ensinar, nível de escolaridade dos estudantes, recursos disponíveis (aparatos, ambientes, livros etc.) e interesses dos alunos.

2) (Re)formulação de questionamento dos alunos: após estimular os alunos a apresentar perguntas sobre a situação inicial apresentada, o professor ajuda na (re)formulação das perguntas, a fim de assegurar seu sentido, focalização no assunto que pretende abordar e na promoção da melhora da expressão oral dos alunos. Durante essa etapa caberá ao professor fazer a escolha dirigida e justificada de perguntas produtivas (ou seja, perguntas que convenham a um procedimento construtivo, levando em conta a disponibilidade de material experimental e

documental). Nessa etapa também devem ser postos em debate os conceitos prévios dos estudantes eventuais divergências sobre o assunto.

3) Elaboração das hipóteses e o conceito das investigações: as eventuais divergências detectadas na etapa anterior poderão servir como critério de agrupamento dos alunos (de níveis diferentes conforme as atividades). A partir daí, caberá ao professor dar as instruções sobre funções e comportamentos esperados dentro dos grupos, estimulando e auxiliando os grupos a formular oral suas hipóteses e roteiros de testes de verificação ou refutação das hipóteses apresentadas. Em seguida, ajudá-los a elaborar de forma escrita as respectivas hipóteses, roteiros (textos e esquemas) e suas previsões (o que eu acho que vai acontecer? por quais razões?) que, depois de escritas, deverão ser apresentadas oralmente para toda a turma.

4) Investigação conduzida pelos alunos: execução e debate dos testes, fazendo-os tomar consciência do controle de variação dos parâmetros, descrever o que se passou (esquemas, descrição escrita), indagar sobre a possibilidade de reprodutibilidade da testes/experimentos. Enquanto isso, o professor procura fazer o gerenciamento das anotações escritas pelos alunos, estimulando e tirando dúvidas e/ou ensinando a realizar determinados procedimentos. Cabe esclarecer que, alternativamente, essa investigação pode ocorrer em forma de pesquisa bibliográfica: trazendo e discutindo evidências a favor e/ou contra as hipóteses apresentadas pelos grupos, encontradas em livros, vídeos, internet etc.

5) A aquisição e a estruturação do conhecimento: o professor organiza um debate para confrontação dos resultados obtidos pelos diversos grupos, inclusive com conhecimento estabelecido (obtidos nos livros e na internet). Procurando e esclarecendo causas de eventuais conflitos, fazendo, junto com os estudantes, uma análise crítica dos experimentos realizados e eventuais proposta de experimentos complementares. Orientando, revisando e provendo a divulgação do produto intelectual, destinado à comunicação dos resultados (texto, gráfico, maquete ou documento multimídia), elaborado pelos estudantes a respeito dos novos conhecimentos adquiridos ao final da sequência.

Muitas pesquisas e relatos de experiências sobre o uso de atividades do tipo mão na massa em turmas de anos iniciais do ensino fundamental têm sido feitas desde então. A título de ilustração resumiremos as ideias e resultados obtidos com algumas dessas atividades.

Alcântara (2017), por exemplo, desenvolveu uma atividade mão na massa sobre fenômenos atmosféricos para estudantes do 6º ano de uma escola pública de ensino fundamental da cidade de Belém, Pará. Planejando e executando três aulas para motivar os alunos a questionar, observar e formular hipóteses sobre fenômenos tais como: dificuldade de entrada de água em copos imersos em água com a boca virada para baixo; água que não derrama ao virar um copo cheio com um pedaço de papel impermeável sobre a boca; funcionamento de um sifão; entre outros fenômenos relacionados a pressão atmosférica. Segundo a autora, embora não se tenha chegado a conclusão sobre o nível de aprendizagem conceitual, ao final das aulas, foi possível constatar a significativa mudança de comportamento de alguns alunos que participaram das atividades. O referido relato de experiência, além de descrever o passo-a-passo, apresentam também sugestões de aperfeiçoamento das próprias atividades e de novas pesquisas dessa natureza.

Outro interessante trabalho nessa linha foi desenvolvido por Brabo, Pereira, Cavalcante e Santos (2016) que elaboraram e testaram em uma turma do 5º ano do ensino fundamental do Clube de Ciências da UFPA, aulas do tipo mão na massa para estudar os fenômenos relacionados à densidade de diferentes materiais e estados físicos da matéria. Neste trabalho as autoras alegaram que o problema fora escolhido pelos próprios estudantes durante uma aula de sondagem de interesses, onde alguns estudantes manifestaram interesse em estudar a respeito de “fenômenos relacionados a flutuação”. A partir de então as professoras elaboraram um conjunto de atividades que seriam realizadas ao longo de quatro aulas que envolviam desafios do tipo “flutua ou afunda?” onde professores, juntamente com os alunos, com ajuda de balanças, provetas e régua, determinavam as densidades de cada objeto e/ou material trazido pelos próprios alunos, cujos valores eram organizados em uma tabela escrita no quadro para ser analisada a medida que os dados iam sendo gerados. Além de analisarem a densidade de sólidos e líquidos os professores também fizeram com que os alunos tivessem a oportunidade de analisar a diferença de densidade de gases, fazendo-os elaborar previsões e possíveis explicações sobre a flutuação ou não de bolhas de sabão de diferentes tamanhos no interior de um aquário onde foi produzido gás carbônico, através da reação entre bicarbonato de sódio e vinagre. Finalmente as professoras desafiaram os estudantes a construir barquinhos de papel alumínio para transportar o maior número de moedas de vinte e cinco centavos, e a partir dos formatos obtidos, mostrar aos

alunos que as diferenças de formato influenciavam na densidade total do conjunto barquinho+moedas. Ao longo das descrições da realização das atividades as autoras procuraram explicitar as aprendizagens dos alunos, mostrando as perguntas, textos e/ou desenhos elaborados por eles no decorrer das aulas.

Outro trabalho interessante foi realizado por Leonor (2013) em duas turmas de alunos do primeiro ano do ensino fundamental de uma escola pública da cidade de Vitória, Espírito Santo, onde a autora colocou em prática um conjunto de atividades, denominada por ela como “pequeninos seres vivos”, para abordar questões relacionadas à higiene, saúde e meio ambiente, tendo como base o estudo de evidências existenciais, características e ação de alguns microrganismos na natureza. As atividades foram organizadas de forma que os estudantes pudessem vivenciar momentos de problematização, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento, fazendo-os pôr em discussão seus conhecimentos prévios sobre fenômenos de formação de fungos, deterioração e contaminação de alimentos e água, ao mesmo tempo fazendo investigar, com ajuda de microscópio e experimentos com materiais cotidianos (pão, caldo de carne, água da calçada etc.) as modificações causadas pela ação de microrganismos e discutir os cuidados de higiene e saúde para evitar contaminação de alguns agentes patógenos.

O presente trabalho segue essa mesma linha, investigando sobre o tema densidade através de experimentos científicos, também procurando dar oportunidades para que os estudantes vivenciassem os momentos de problematização, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento, recomendados pelos autores tais como Saint-Fons et al (2005), Schiel e Orlandi (2009) e Carvalho (2013).

METODOLOGIA

Este trabalho foi realizado no ano de 2016 em uma turma do quarto ano do Clube de Ciências da UFPA (CCIUFPA) que é um projeto desenvolvido a mais de trinta anos pela Universidade Federal do Pará (UFPA). O CCIUFPA é um espaço de aprimoramento na formação inicial de graduandos da licenciatura, na formação continuada, e alunos que se encontram no nível fundamental e médio para uma comunicação entre discente que são chamados de sócio mirins e os docentes que são os professores estagiários (BRABO 2009).

Na época, nossa equipe do CCIUFPA contava com três professoras-estagiárias, graduandas curso de Licenciatura Integrada em Educação em Ciências, Matemática e Linguagens, que se reuniam semanalmente para ter orientações com professor coordenador do projeto, analisar o que havia acontecido em aulas anteriores e elaborar as aulas seguintes, que aconteciam sempre nas manhãs de sábados, no horário de 8h00min as 11h00min, nas dependências do Instituto de Educação Matemática e Científica da Universidade Federal do Pará.

Os sujeitos da pesquisa foram sócios-mirins do CCIUFPA, com a faixa etária de 9 a 10 anos de idade. Um total de 16 sócios-mirins iniciaram as atividades no mês de abril, mas apenas 9 estudantes assistiram todas as atividades até o final do ano. Todos os responsáveis assinaram um termo de livre consentimento para que pudessem ser efetuados registros fotográficos e audiodômicos das atividades realizadas com os alunos.

Para tratar sobre densidade, foram elaborados um conjunto de quatro atividades que compõe a sequência didática. É importante mencionar que tais atividades não foram totalmente pensadas previamente. Grande parte foi sendo planejada e executada à medida que os alunos participavam de atividades precedentes e deixavam questões a serem respondidas. Ou seja, muito do que será descrito em seguida foi produto da interação entre professores-estagiários e sócios-mirins que, inclusive culminou na apresentação dos resultados dessas atividades na exposição de trabalhos de IC do CCIUFPA (ExpoCCIUFPA) que ocorreu daquele ano letivo.

O planejamento e a execução das atividades serão descritos no tópico seguinte, apresentado imagens de ação e produções escritas dos estudantes, bem

como alguns diálogos e perguntas que surgiram ao longo das aulas, procurando demonstrar e discutir o valor didático e resultados obtidos mediante aplicação da sequência didática proposta. Para efeito de preservação das identidades dos sócios-mirins, serão utilizados nomes fictícios nas descrições dos diálogos e produções escritas apresentadas.

DESCRIÇÃO E DISCUSSÃO DAS ATIVIDADES

As aulas do CCIUFPA do ano de 2016 iniciaram no primeiro sábado do mês de abril. Antes disso, o grupo de professores-estagiários já havia participado de reuniões de formação de equipes, orientações sobre o funcionamento e que tipo de atividades poderiam ser realizadas com as turmas de sócios mirins. Nesse período a equipe planejou a primeira reunião com os sócios-mirins com objetivo de apresentar CCIUFPA e sondar o que eles gostariam de estudar ao longo do ano.

Decidimos iniciar as aulas com um diagnóstico sobre os alunos e o que gostariam de estudar. Começamos com uma conversa para saber quem já conhecia projeto CCIUFPA, mostramos fotos das aulas de anos anteriores e o banner do trabalho que tínhamos apresentado na ExpoCCIUFPA do ano anterior, para que os novos sócios mirins tomassem conhecimento sobre o tipo de coisa que poderia ser feita. As crianças falaram de vários assuntos que gostariam de estudar. Na ocasião, diversas perguntas surgiram, tais como: e se a terra parasse de girar o que aconteceria? Por que existe o buraco negro? Como nasce uma estrela? Como acontece o eclipse? E porque a água não se mistura com óleo?

Essas e outras perguntas serviram de base de planejamento para as aulas seguintes. Buscamos em livros, revistas e sites da internet, atividades relacionadas às perguntas feitas pelos sócios-mirins, que envolvessem atividades práticas e que poderiam ser realizadas com os aparatos disponíveis para uso dos professores-estagiários ou que pudessem ser facilmente construídos com materiais de baixo custo.

Assim foram realizadas dez aulas, até o final do primeiro semestre. Durante as quais, fomos aprendendo, na prática, a conduzir aulas do tipo investigativas. Acertando, errando, refletindo e ganhando experiência. Paralelamente tínhamos contato com leituras sobre diferentes estratégias didáticas para o ensino de ciências, entre as quais o material do projeto mão na massa (SAINT-FONS et al 2005) que acabou nos inspirando a arriscar por em prática nossa própria sequência didática do tipo mão na massa. Então, no início do segundo semestre de 2016, decidimos colocar em prática a sequência didática sobre “densidade”, relacionada a uma das perguntas feitas pelos sócios mirins em aulas anteriores (por que o óleo não se

mistura com água?), formado por um conjunto de quatro aulas, cuja estrutura básica pode ser vista nos quadros a seguir:

Aula 1	
Pergunta inicial	Quais desses objetos presentes vocês acham que flutuam ou afundam?
Atividade com os alunos	Direcionar os alunos a criar suas hipóteses, argumentação, contra argumentação, manusear os experimentos até chegar e uma conclusão.
Experimento	Afunda ou não afunda?
Questionamentos	Por que alguns objetos mesmo sendo pequenos afundaram? Porque mesmo sendo grandes flutuam?
Atividade escrita	Explicar de maneira desenhada ou escrita o que foi observado em cada experimento realizado.

Aula 2	
Pergunta inicial	Porque o ovo flutua e afunda?
Atividade com os alunos	Direcionar os alunos a criar suas hipóteses, argumentação, contra argumentação, manusear os experimentos até chegar e uma conclusão.
Experimento	O ovo que sobe e desce
Questionamentos	Porque o ovo flutuou na água com sal e afundou em água pura?
Atividade escrita	Explicar de maneira desenhada ou escrita o que foi observado em cada experimento realizado

Aula 3	
Pergunta inicial	Porque a garrafa em alguns momentos afunda e em outros flutua?
Atividade com os alunos	Direcionar os alunos a criar suas hipóteses, argumentação, contra argumentação, manusear os experimentos até chegar e uma conclusão.
Experimento	Submarino de garrafa.
Questionamentos	O que acontece quando sugávamos ou empurramos ar pelo canudinho? Por quê?
Atividade escrita	Explicar de maneira desenhada ou escrita o que foi observado em cada experimento realizado

Aula 4	
Pergunta inicial	Como fazer objetos que afundam flutuar?
Atividade com os alunos	Direcionar os alunos a criar suas hipóteses, argumentação, contra argumentação, manusear os experimentos até chegar a uma conclusão.
Experimento	Mudando as formas, e como fazer objetos que afundam flutuar, e objetos que flutuam afundar?
Questionamentos	O que podemos fazer para que esses objetos venham a flutuar em água pura?
Atividade escrita	Explicar de maneira desenhada ou escrita o que foi observado em cada experimento realizado

A seguir será descrito o passo a passo de cada aula, juntamente com alguns diálogos registrados e imagens de momentos de manipulação de aparatos e/ou produções escritas dos estudantes, a fim de discutir o potencial educativo das atividades e eventuais aprendizagens ocorridas.

Aula 1: afunda ou não afunda?

Iniciamos a aula montando o experimento: uma bacia com água e alguns objetos de pesos e formas variadas. Desafiando os alunos a fazer previsões sobre quais iriam afundar e tentando explicar o porquê de suas previsões. Inicialmente a maioria das crianças fizeram previsões de que os objetos maiores, por “pesarem mais” afundariam e os menores flutuariam. No entanto, ao observar a experiência verificavam que somente o tamanho dos objetos não determinava a capacidade de flutuação.

Para que pudessem registrar suas eventuais ideias e/ou dúvidas, pedimos aos estudantes que anotassem em seus cadernos observações e comentários que julgassem importantes antes e depois do experimento.



Figura 1: estudantes testando suas hipóteses sobre quais objetos iriam afundar ou flutuar.

Na figura 2, podemos observar que registro de um estudante (Marcos), embora sejam apenas desenhos do possível comportamento dos objetos ao serem mergulhados na bacia com água, indicam que suas previsões pareciam considerar apenas o tamanho dos objetos.

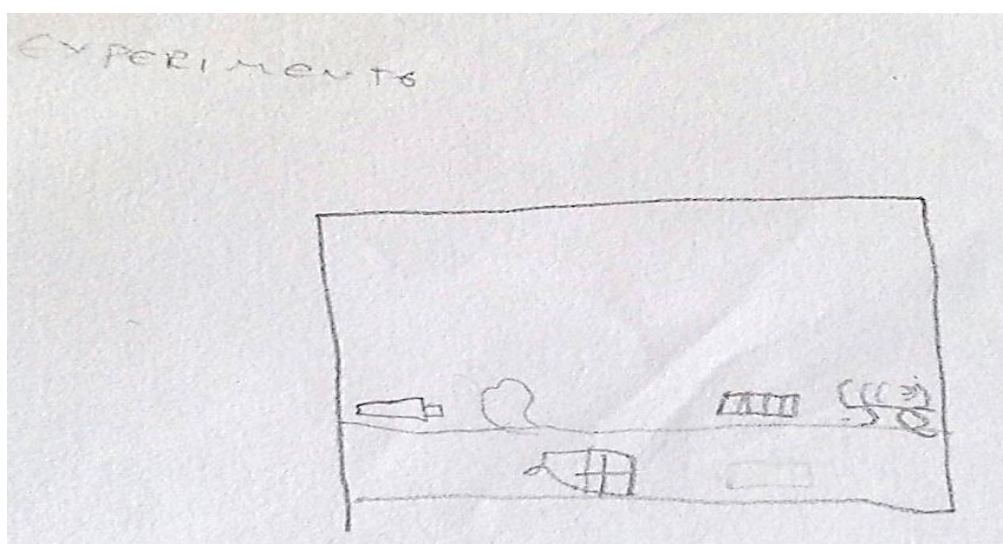


Figura 2: registro escrito do sócio mirim Marcus, com as previsões sobre o experimento

Ao longo dos testes procuramos fazer com que os alunos compreendessem que a massa dos objetos também era tão importante quanto o tamanho dos objetos, induzindo-os a comparar o “peso” dos objetos entre si e verificar que o “peso”

(massa) também era uma variável importante que deveria se considerada em conjunto com o “tamanho” (volume) dos objetos. A ideia era fazê-los tomar consciência desses fatores, para que pudéssemos continuar explorando essa relação nas atividades seguintes. No entanto, um dos alunos (Marcus) utilizou a palavra densidade para explicar o comportamento observado, chamando atenção e gerando dúvidas em outros alunos:

Cada material tem sua própria densidade, um é mais denso do que o outro, mas o tamanho não influenciou com nada (Marcos)

A densidade é leve ou pesado? (Ana Clara)

Quando a coisa é mais densa do que a água afunda, quando é menos boia? (Augusto)

Isso acabou chamando atenção dos alunos e nos obrigou a explicar oralmente o conceito de densidade como uma característica dos materiais e/ou objetos e que poderia ser “medida” se considerássemos dois fatores ao mesmo tempo: “peso” (massa) e “tamanho” (volume). Ilustramos o conceito utilizando os materiais dos próprios objetos que estavam sendo utilizados na experiência.

Com isso, os questionamentos iniciais mudaram, e com a realização do experimento os alunos puderam levantar outras hipóteses, tais como: cada objeto possuem pesos, tamanhos, formatos distintos e que isso influencia se irá ou não flutuar na água. As crianças se mostraram interessadas em aprender o assunto, e já traziam observações do senso comum fazendo analogias a coisas de seu cotidiano. Algumas dizendo que na hora do banho já iriam ter explicações quando os objetos afundavam ou flutuavam em baldes com água e não passaria mais despercebidas essas informações.

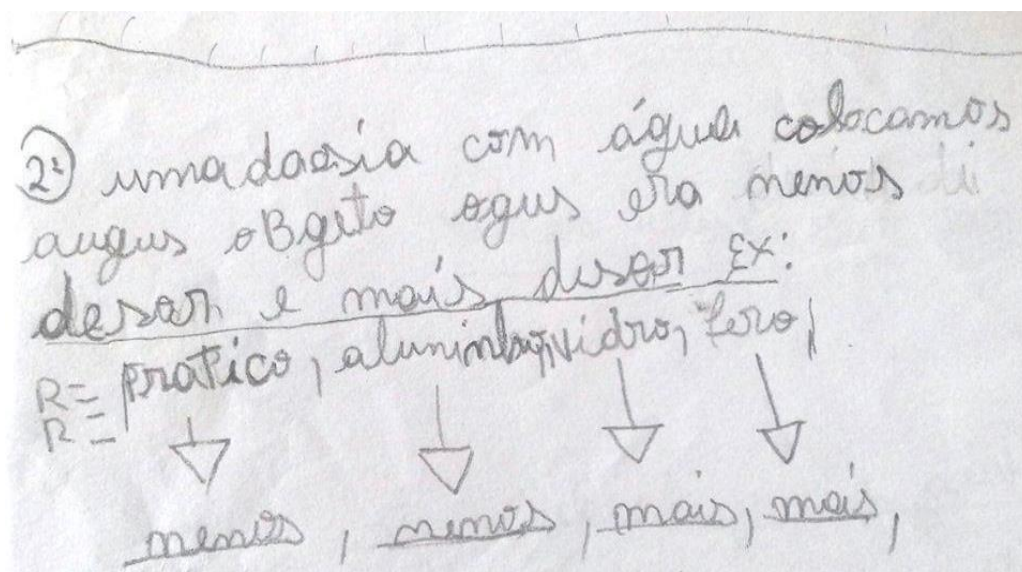


Figura 3: registro escrito de Marcus

A figura 3 ilustra a tentativa de esquematizar o que havia sido mostrado e comentado sobre densidade na primeira aula. Uma interessante tentativa de sintetizar conhecimentos por iniciativa própria do estudante.

Aula 2: ovo que sobe e ovo que desce

A aula começou com um debate sobre como seria possível modificar a densidade da água, misturando ela com sal e fazendo-os visualizar que ovos flutuam na água com sal, e afundam em água pura. Medindo a massa e o volume antes e depois de misturar o sal em água. Tal como a aula anterior, os estudantes tiveram um tempo para elaborar suas hipóteses antes realizar os testes (mergulhar os ovos nas misturas).

As hipóteses apresentadas pelos estudantes foram bem diversificadas. Alguns alunos tiveram dificuldade em justificar suas previsões ou acabaram tangenciando a questão proposta: declarando que o ovo iria derreter, outros que iria amolecer, outros que iriam afundar e outros que simplesmente não manifestaram previsões.



Figura 4: estudantes colocando sal no recipiente com água para constar suas hipóteses

O fato da adição de sal não alterar significativamente o volume das amostras de água chamou bastante atenção das crianças, que puderam visualizar as diferenças de massa e volume antes e depois e depois da adição de sal.

As crianças também observaram que havia uma quantidade limite a partir da qual o sal não se dissolvia mais na quantidade de água contida nos béqueres.

Após a primeira “rodada de observação”, o experimento foi repetido cuidadosamente, pesando e colocando diferentes quantidade de sal em 5 diferentes béqueres com a mesmo volume de água e observando que era possível fazer os ovos se flutuarem em diferentes posições (mais em cima mais abaixo) variando a quantidade de sal na mistura. Explicando para os alunos que isso acontecia em função das diferenças de densidade das diferentes misturas que foram feitas. O estudante Marcos comentou que também seria possível fazer com ovos flutuassem novamente se pudessem alterar a densidade do ovo. Por exemplo, “tirando um pouco da clara do ovo com ajuda de uma agulha e seringa”.

A partir daí explicamos que a variação da densidade dos líquidos também dependia da variação de massa e volume da mistura e isso faz com que seres humanos e animais flutuem melhor em mares de água salgada do que os de água “doce”.

Aula 3: submarino de garrafa

Nessa aula pedimos para que os alunos observassem e explicassem, com base no conceito de densidade, o comportamento de um “submarino de garrafa PET”, que se tratava de uma garrafa PET de 500 ml com um canudinho acoplado, mergulhado em um balde d'água (Figura 5), que emergia ou submergia à medida que alguém sugasse ou assoprasse ar pelo canudinho.



Figura 5: alunos assoprando e sugando o ar na garrafa

Apesar de utilizarem uma linguagem cientificamente um tanto quanto imprecisa, foi possível observar que a maioria dos estudantes já conseguia explicar o comportamento do “submarino” utilizando o conceito de densidade:

A garrafa flutuava porque era leve e não estava com peso dentro (Sofia)

A garrafa afundou porque estava cheia de água e fez com que a garrafa ficasse mais densa. (Ana Clara)

Quando sugava a água entrava na garrafa e afundava (Augusto)

A relativa aprendizagem do conceito em questão também apareceu nos registros escritos de alguns estudantes. A figura 6, por exemplo, o aluno Augusto faz um esquema comparativo, explicando que profundidade que “submarino” alcançava tinha relação com a quantidade de água dentro da garrafa e que essa quantidade fazia com ele ficasse “mais denso” ou “menos denso”.

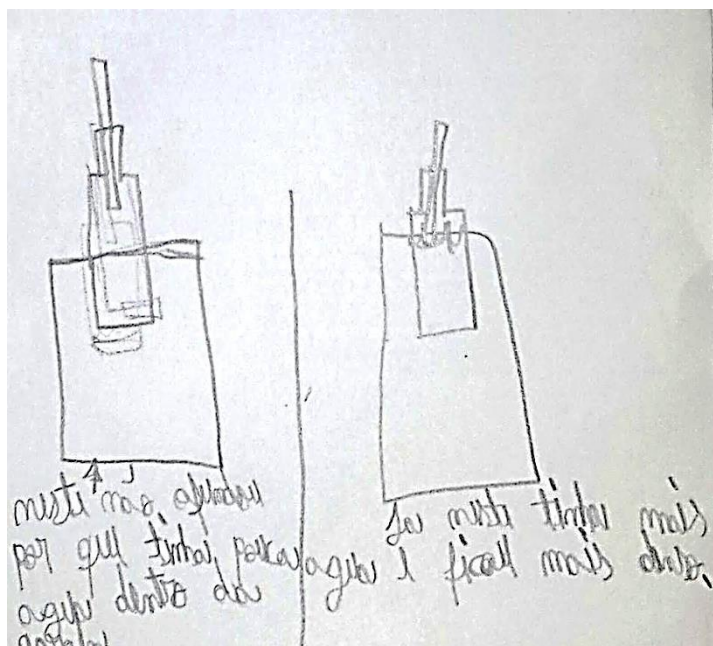


Figura 6: registro escrito da atividade (Augusto)

A figura 7 é outro registro de uma aluna (Sofia) que a declara que a diferença de densidade provocada pelo acréscimo ou diminuição do volume de água dentro da garrafa.

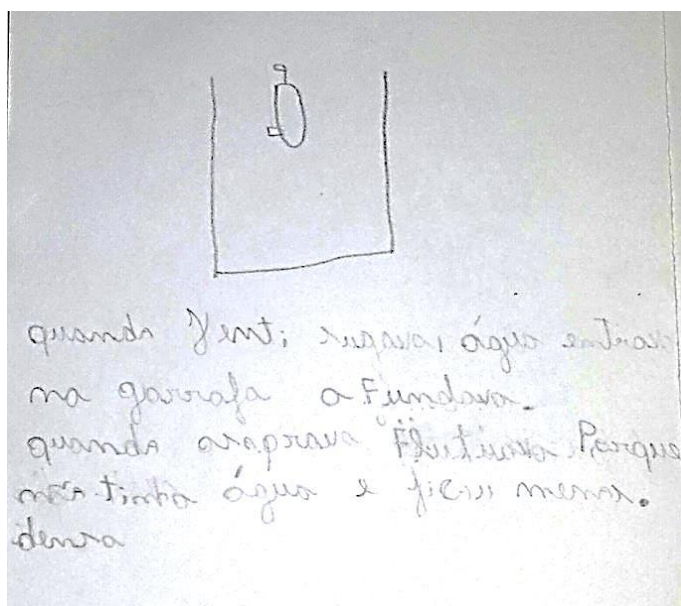


Figura 7: registro escrito da atividade (Sofia)

Nessa aula também foi mostrado um vídeo sobre o funcionamento de submarinos de verdade, explicando que tripulação não se afoga, pois existem dois cascos e quantidade de água que faz o submarino emergir ou submergir fica entre eles.

Aula 4: mudando as formas

Essa aula visou problematizar a questão de “como fazer objetos que afundam flutuar? E objetos que flutuam afundarem em água?”. Assim, utilizamos vasilhas com água, massa de modelar e alguns objetos (clip, peteca e tampinhas de refrigerante) e desafiamos os alunos a solucionar o problema proposto.

Após apresentarmos o experimento, os sócios-mirins começaram a propor soluções debatendo entre si as possibilidades:

Se dobrar a beira da massinha pra ela flutuar (Ana Clara)

Tem que fazer um barco com borda fina, borda grossa faz afundar (Renato)

Fazendo formato de barco e pizza (Bianca)

Testaram diversos formatos (Figura 7) até que um deles (Renato) fez uma massinha no formato de canoa e conseguiu fazer com a massa de modelar flutuasse em água. Antes disso, os alunos puderam observar que em forma de esfera, cilindro ou paralelepípedo a massinha afundava.



Figura 7: estudantes testando suas hipóteses

Depois de aumentarem um pouco os tamanhos das canoas foi possível colocar alguns objetos dentro para que flutuassem. A partir dessas constatações passamos a explicar que era possível fazer com que a massa flutuasse por conta da massa distribuída no volume da “canoa”, onde grande parte acabava ficando ocupado pelo ar.

Desafiamos a determinar a densidade de “canoas quadradas” – para facilitar a determinação do volume do objeto – cheias de ar, sólidas e como objetos e dentro, fazendo-os determinar a densidade dividindo a massa total, medida com auxílio de uma balança, pelo volume externo do objeto, determinado com a ajuda de régua e calculadora. Assim mostramos a eles que objetos somente flutuavam os conjuntos cujo valor de densidade era menor do que 1 g/cm^3 .

Naturalmente alguns alunos perguntaram “por que não podemos medir o ‘tamanho’ de canoas normais?” e então explicamos que isso poderia ser feito, mas que seria mais fácil determinar o volume de objetos quadrados por conta de conseguirmos determinar a medida de todas as arestas facilmente com um régua, o que não é muito fácil com objetos de formato irregular tais como uma canoa.

Ao final das atividades pedimos para que os estudantes apresentassem oralmente o que aprenderam durante as quatro aulas sobre densidade. Assim eles tiveram oportunidade e compartilhar seus aprendizados e o que mais havia chamado atenção de cada um durante as atividades.



Figura 8: estudantes apresentando o trabalho durante o Ciência na Ilha 2016

Os resultados dessas aulas foram compilados e apresentados pelos próprios sócios-mirins, em formato de um banner, durante a Exposição de trabalhos de iniciação científica do Clube de Ciência da UFPA – ExpoCCIUFPA 2016 e no Ciência na Ilha 2016 (Figura 8).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esperamos que os leitores desse trabalho possam ter observado ao longo das aulas relatadas o quanto aulas do tipo investigativas podem ser importantes para o aprendizado dos alunos (SCHIEL e ORLANDI, 2009). Procuramos seguir as sugestões de Saint-Fons et al (2005), estimulando a curiosidade e a participação ativa na resolução dos problemas propostos, induzindo a explicitação e discussão de seus conhecimentos prévios, desenvolvimento do raciocínio lógico, observação e comparação de fatos, argumentação e contra argumentação, ao invés da simples memorização de conceitos. Além disso, uso da experimentação foi bastante eficiente em manter a atenção dos estudantes focada na execução das tarefas de aprendizagem propostas.

Acreditamos que as atividades investigativas propostas deram a oportunidade para que alunos assumissem de forma autônoma a construção de seu conhecimento, evidenciado pelo interesse demonstrado durante as aulas ministradas. A motivação para aprender o que estava sendo apresentado era tamanha que em alguns momentos alguns deles se empolgavam, parecendo querer assumir papel de professores e expor suas ideias e soluções para os problemas.

Ao final das atividades a maior parte dos alunos já demonstrava ter conseguido assimilar conceito de densidade, utilizando o conceito para explicar experimentos imaginários que acabaram surgindo durante as discussões do experimento. Mesmo aqueles que apresentaram aparente dificuldade em entender o conceito em questão e aplica-lo para resolver os problemas apresentaram progressos de aprendizagem, deixando de apresentar respostas sem nenhum sentido às perguntas propostas durante as atividades.

Por fim, parece-nos sensato concluir que as atividades elaboradas tem um grande potencial educativo. Tanto para os estudantes quanto para os professores, uma vez que ao longo do processo de levantamento, planejamento, execução das atividades tivemos a oportunidade de vivenciar e aprender na prática diversos conhecimentos e habilidades importantes para a docência. Acreditamos que isso também seja importante para todos aqueles professores e futuros professores que tem o real interesse de melhorar a aprendizagem dos seus alunos.

REFERÊNCIAS

ALCANTARA, J.M. **Explorando fenômenos atmosféricos com atividade do tipo mão na massa com alunos do 6º ano do ensino fundamental**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Pará, Belém, 2017.

BRABO, J.C. ; PEREIRA, S. M. S. ; CAVALCANTE, A. E. D. P. ; SANTOS, D. G. . O impacto do planejamento e execução de atividades didáticas construtivistas na formação docente de professoras-estagiárias do CCIUFPA. In: SILVA, M.L da; NAKAYAMA, L; PIMENTEL, M.A. da S.. (Org.). **Novos saberes e fazeres nas políticas e práticas de formação docente: construindo diálogos entre o ensino superior e a educação básica no Estado do Pará**. Belém: UFPA, 2016, v. 1, p. 273-286.

BRABO, J.C. Clube de Ciências da UFPA: 30 anos de iniciação científica infanto-juvenil e formação docente. **Ciência na Escola (blog)**. Disponível em <http://goo.gl/B81iuX>.

BRASIL. Secretaria da Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: introdução**. Brasília: MEC/SEF, 1997.

CARVALHO, A.M.P. **Ensino de ciência por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

KRASILCHIK, Myriam. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. **São Paulo em Perspectiva**, v. 14, n. 1, p. 85-93, 2000.

LEONOR, B.P. et al. Ensino por investigação no primeiro ano o ensino fundamental: análise pedagógica dos três momentos pedagógicos de ciências para alfabetização científica de crianças. **Anais do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Águas de Lindóia, São Paulo, 2013.

PARENTE, Andreia Garibaldi Loureiro. **Práticas de investigação no ensino de ciências: percurso de formação de professores**. Tese (Doutorado em Educação Para a Ciência). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP, Brasil, 2012.

RIBEIRO, M.L.S. **História da Educação brasileira: a organização escolar**. São Paulo: Cortez, 2001.

RONAN, Colina A. **História Ilustrada da Ciência: das origens à Grécia**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1997.

SAINT-FONS, L. A.et al. **Ensinar as ciências na escola: da educação infantil à quarta série**. São Carlos: Centro de Divulgação Científica e Cultural (CDCC) – USP, 2005.

SAINT-FONS, Lise Adam et al. **Ensinar as Ciências na Escola: da educação infantil à quarta série**. São Carlos: Centro de Divulgação Científica e Cultural (CDCC) – USP, 2005.

SCHIEL, D.; ORLANDI, A. S. (org.). **Ensino de Ciências por Investigação**. Centro de Divulgação Científica e Cultural. USP, 2009.

SILVA.G.R. **Historia Ciência e Experimentação**: perspectivas de uma abordagem para os anos iniciais do ensino fundamental. Rio de Janeiro, v.6,n. ,2013.