

# ANÁLISE DA PRÓPRIA PRÁTICA NO ENSINO DE CIÊNCIAS POR MEIO DE SEQUÊNCIAS INVESTIGATIVAS (SIS) ENVOLVENDO NOÇÕES DE FÍSICA COM ALUNOS DOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL

Elizabeth Cardoso Gerhardt Manfredo<sup>1</sup>  
Sílvia Cristina da Costa Lobato<sup>2</sup>

## RESUMO

Trata-se de uma pesquisa da própria prática na qual a professora considerou o processo de ensino-aprendizagem de seus alunos, tomando-o como objeto de estudo. Tem como objetivo analisar o desenvolvimento de duas Sequências Investigativas (SIs) na construção de conhecimentos físicos de alunos sobre o fenômeno da flutuação de corpos na água, tecendo reflexões sobre essa prática. A pesquisa foi realizada com alunos do 4º ano do Ensino Fundamental em uma escola pública onde atua a professora-pesquisadora. Na mediação do processo, os alunos foram estimulados a questionar e apreender a realidade com vistas à construção de seus conhecimentos nas SI. Nestas, foram desenvolvidas noções conceituais relativas ao fenômeno estudado mediante a experimentação e a reflexão coletiva, sendo todo o processo registrado em vídeo e no diário de campo da professora. Como resultado relativo aos alunos, evidenciou-se o exercício do pensamento reflexivo e o levantamento e teste de hipóteses na resolução de problemas, com ampliação de conceitos cotidianos sobre o fenômeno da flutuação e desenvolvimento da autonomia relativa ao próprio processo de aprendizagem. No tocante às reflexões docentes, cabe destacar as aprendizagens aprimoradas por meio de análises, mediações e reflexões sistematizadas no processo investigativo da própria prática.

**Palavras-chave:** Aprendizagem. Conhecimentos físicos. Sequências investigativas. Prática reflexiva.

## RESEARCH OF THE ITSELF PRACTICE IN THE SCIENCE TEACHING IN INVESTIGATIVE SEQUENCES (IS) THE NOTIONS OF PHYSICAL CONCEPTS WITH ELEMENTARY SCHOOLS STUDENTS

## ABSTRACT

This paper brings a master's research performed by the first author who considered her own teaching and learning process as the study object. The objective was to analyze the development of two investigative sequences (IS) in the construction of students' physical knowledge about the phenomenon of the floating of bodies in the water, reflecting on their teaching practice. The research was carried out with her students from the 4th year of elementary education in the school where the teacher works and the process was recorded in video and noted in the teacher's field diary. Two investigative sequences on which the students were led to actively develop concepts related to the studied phenomena through experimentation and collective reflection, were performed. As a result it was evidenced that the participating students were able to exercise reflective thinking, to create and test their hypothesis on problem solving, to broaden everyday concepts about the phenomenon of fluctuation and to develop autonomy related to their own learning process. It was also possible for the teacher to improve her classes through analyzes, mediations and systematized reflections in the investigative process of the practice itself.

**Keywords:** Learning. Physical knowledge. Investigative sequences. Reflexive practice.

RECEBIDO EM: 28/5/2019

ACEITO EM: 1º/9/2019

<sup>1</sup> Doutorado e Mestrado em Educação em Ciências e Matemáticas – PPGECM/Ufpa. Pedagoga (1998) com habilitação em Administração Escolar (Ufpa). Especialista em Educação e Problemas Regionais –PPGED/Ufpa. Professora do Instituto de Educação Matemática e Científica da Universidade Federal do Pará (Iemci-Ufpa) e do Programa de Pós-Graduação em Docência em Educação em Ciências e Matemáticas (PPGDOC) – IEMCI/Ufpa. Vice-líder do Grupo de Estudos e Pesquisas Alfabetização, Letramento e Práticas em Linguagens Docentes na Amazônia (Alleplida). Coordena o projeto de pesquisa: Letramentos matemático e científico na formação e na prática de professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental e o projeto de extensão Entre lendas e contos: o papel das tecnologias no processo de alfabetização. <http://lattes.cnpq.br/5159121717599196>. <https://orcid.org/0000-0002-5391-0097>. [bethma@ufpa.br](mailto:bethma@ufpa.br)

<sup>2</sup> Mestrado em Docência em Educação em Ciências e Matemáticas pela Universidade Federal do Pará (Ufpa). Especialista em Psicologia da Educação pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC-Minas, 1999). Graduação em Pedagogia pela Universidade Federal do Pará (1997). Professora e coordenadora pedagógica na Escola Tenente Rêgo Barros. Possui ampla experiência em docência nos anos iniciais do Ensino Fundamental e formação de professores alfabetizadores e do Ensino Fundamental, acompanhando e assessorando Projetos de Alfabetização de Jovens e Adultos e atuando na formação de professores de Escolas da Rede Municipal de Belém e de Secretarias de Educação de Municípios do interior do Estado do Pará. <http://lattes.cnpq.br/4387706022836774>. <https://orcid.org/0000-0001-8776-8642>. [silvinhalobato@hotmail.com](mailto:silvinhalobato@hotmail.com)

O cenário de uma educação escolar deficitária, na qual persistem práticas transmissoras e reprodutoras de conhecimento, leva alunos e professores à desmotivação e à impossibilidade de pensar e fazer diferente. Em meio a esse contexto, também o ensino de ciências é posto em xeque e passa a requerer propostas diferenciadas capazes de reverter tal cenário. Isso exige ações conjugadas dos agentes educacionais, com destaque ao professor, que desempenha papel fundamental nesse contexto, e, mormente, assume a responsabilidade de construir um modelo diferente de prática.

Diante disso, cabe ao professor, que busca consolidar uma nova perspectiva na educação científica dos alunos, favorecer a construção do pensar sobre a curiosidade epistemológica de modo a favorecer atitudes de buscas e iniciativas do aluno em prol da aprendizagem. Noutros termos, requer ativar uma prática pedagógica de cunho investigativo que catalise as aprendizagens e favoreça um processo de reflexão sobre o ensinar e o aprender, promovendo relações dialógicas entre aluno e professor, com o objetivo de problematizar e gerar novas possibilidades de conhecimento em aula. Essa é a perspectiva de Pesquisar a Própria Prática a partir da qual se construiu o estudo.

O viés investigativo assumido, portanto, será a mola propulsora da formação de um aluno investigador *pari passu* ao professor. Nesse prisma, o professor refaz seu pensar, reconhecendo não ser o único provedor do conhecimento nas aulas; aquele que dá a palavra final. Agora, passa a assumir o lugar de mediador, agente que provoca situações de aprendizagem e problematiza situações, levando o aluno a raciocinar criticamente. Nessa defesa, afirma-se, com Carvalho (2013), que aprender por meio de problemas a serem investigados pelo grupo possibilita a motivação, a autoconfiança e a busca de superação das limitações enfrentadas, e, neste caso, o erro será o grande deflagrador do avanço cognitivo.

Ante o exposto, e reconhecendo possibilidades de reflexões para o ensino de ciências, este texto traz resultados de uma pesquisa que teve o objetivo de analisar o desenvolvimento de duas Sequências Investigativas (SIs) na construção de conhecimentos físicos de alunos do 4º ano sobre o fenômeno da flutuação de corpos na água, tecendo reflexões sobre essa prática na perspectiva do professor pesquisador.

Para isso, cabe apresentar referenciais fundamentados na perspectiva do professor pesquisador de sua prática, assim como os que ancoram a construção e a mediação de conhecimentos científicos dos alunos vistos sob uma nova perspectiva de ensino, isto é, como sujeitos ativos no processo de apreensão da realidade. Desse modo, o texto está organizado em quatro partes apresentadas a seguir. Na primeira são discutidos aportes teóricos sobre os olhares lançados para a compreensão e a constituição das análises e discussão sobre a prática pretendidas neste texto, tanto com um olhar sobre a própria prática do professor que se assume pesquisador, quanto este olhando e fundamentando-se para compreender os fenômenos ocorridos nos processos didáticos por ele orquestrados. Na segunda parte são apresentados os aspectos metodológicos da pesquisa com os procedimentos adotados em sua realização. Na terceira é descrito em detalhes o desenvolvimento das SIs, que passam a ser analisadas e discutidas na quarta parte do texto.

## APORTES TEÓRICOS AO OLHAR INVESTIGATIVO

### Olhar Sobre a Própria Prática

Mediante a perspectiva da pesquisa da própria prática, para entendimento da posição assumida são pertinentes apontamentos de autores que versam sobre o professor pesquisador (ALARCÃO, 2001; LÜDKE, 2001; FREIRE, 2014, SCHÖN, 2000). Sabe-se que há bastante produção neste campo nas últimas décadas, contudo os objetivos estabelecidos e o alcance da discussão pretendida nesse dossiê, por um lado, são atendidos pela seleção do referencial adotado e, por outro, não permitem maior amplitude na apresentação e aprofundamento.

Em Alarcão (2001, p. 24) há definição de investigação ou pesquisa do professor nos seguintes termos: “pesquisa intencional e sistemática realizada pelos professores”. Em sua análise, há necessidade de o professor sempre perguntar-se sobre as razões subjacentes às suas decisões educativas, questionando-se perante o insucesso de alunos, sobre o que há nos manuais e propostas didáticas e sobre a função da escola e eficácia de seu papel. Sendo assim, não se pode conceber um professor que não aja criticamente sobre tudo isso (ALARCÃO, 2001).

Lüdke (2001), ao tratar da pesquisa na prática pedagógica, considera tal estudo algo indispensável à prática do professor, carecendo de reconhecimento e incentivo de comunidades de interesse no campo da pesquisa em educação, de modo a fortalecer sua legitimidade no conjunto de tipos de investigação hoje à disposição dos pesquisadores no contexto da educação, particularmente no ensino. Com isso, a autora assinala que a análise sistemática empreendida pelo docente sobre sua prática pode contribuir para avanços na qualidade do ensino e da aprendizagem.

Nos sentidos convergentes atribuídos por Alarcão (2001) e Lüdke (2001), cabe destacar em Freire (2014) a necessidade de o professor assumir-se pesquisador, posto ser professor; ele diz: “no meu entender o que há de pesquisador no professor não é uma qualidade ou uma forma de ser ou de atuar que se acrescente à de ensinar. Faz parte da natureza da prática docente a indagação, a busca, a pesquisa” (FREIRE, 2014, p. 14). Sendo assim, o professor, que se indaga sobre a própria ação e está interessado em melhorar o ensino e a aprendizagem na sala de aula, deve assumir-se professor pesquisador.

Em sintonia com tal perspectiva de Freire (2014), toma-se a abordagem de Schön (2000) sobre a aprendizagem profissional como meio de situar o trabalho docente e de orientar o professor a olhar para o seu fazer profissional, refletindo acerca dele, sendo possível ilustrar o papel do professor pesquisador, papel este assumido na investigação.

Donald Schön menciona os seguintes tipos de reflexão: *reflexão-na ação*, *reflexão sobre a ação* e a *reflexão sobre a reflexão-na-ação*. No caso da primeira reflexão, ou conhecimento na ação, o profissional age durante o momento em que a prática exige, com decisões e soluções impossíveis de serem analisadas no momento em que acontecem na prática, mas que definem a intervenção naquele lapso de tempo. O interessante de

refletir *na* ação é poder, nessa oportunidade, dar novos direcionamentos à prática, ou seja, pensar e agir no *presente-da-ação*, que tem por trás uma visão *construcionista* da realidade com que lida o profissional (SCHÖN, 2000).

Também Schön cita a *reflexão sobre a ação* que envolve pensar retrospectivamente sobre a ação ocorrida na prática e imaginar como aconteceu e contribuiu com o resultado inesperado daquele momento, podendo ser numa parada ou após ter sido realizada a ação. Finalmente a *reflexão sobre a reflexão-na-ação*, que indica um diálogo entre o pensado anteriormente na prática e o que poderia se ajustar a práticas futuras. Assim, destaca em seus termos que “reflexão sobre nossa reflexão-na-ação passada pode conformar indiretamente nossa ação futura” (SCHÖN, 2000, p. 36). Esses três modos de reflexão apontados pelo autor permitem ao professor, portanto, um controle e uma transformação de sua prática, que configuram aspectos desejáveis em práticas de professores reflexivos pesquisadores.

Diante do referencial apontado, entende-se que o professor, ao se dispor a pesquisar a própria prática pedagógica, torna-se capaz de observá-la e compreendê-la, tomando-a como objeto de investigação, tanto no momento em que ocorre quanto posteriormente, fazendo dela um espaço de produção de conhecimentos profissionais. É nesse processo investigativo de diálogo constante com a sua prática que ele e os alunos tornam-se protagonistas do ensinar e do aprender; no caso dessa investigação, do ensinar e aprender ciências nos anos iniciais do Ensino Fundamental.

## **Olhar Sobre as Aprendizagens dos Alunos**

No tocante à prática de ensino de ciências, imbuída das perspectivas investigativas do professor pesquisador, cabe trazer outros suportes teórico-metodológicos reunidos para o alcance dos propósitos deste texto, no que diz respeito, especialmente, a conhecimentos sobre as aprendizagens dos alunos. Para tanto, cabe recorrer ao estudo das obras de Vygotsky (1993, 1994), quando o professor se dirige à compreensão de funções psíquicas do indivíduo, que devem nortear sua prática, assim como a estudos investigativos no ensino de ciências com Carvalho *et al.* (1998), Carvalho (2013), dentre outros autores.

O desenvolvimento humano ocorre com a organização e ampliação de estruturas mentais superiores, as quais necessitam de um suporte biológico e de um suporte social. Nessa relação, há papel relevante das aprendizagens que são constituídas por meio do processo de internalização da cultura, de seus sistemas simbólicos e de significados partilhados nas interações sociais (VYGOTSKY, 1994). Tendo isso em mente, é importante ao professor atentar para a relação entre desenvolvimento e aprendizagem, de modo a detectar níveis de aprendizados alcançados e a alcançar pelos alunos, buscando agir para incentivá-los a dar novos passos rumo a outras aprendizagens que os farão galgar novos patamares de desenvolvimento nos processos de interação em aulas.

É com essa ideia que Vygotsky (1994) trata do conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), explicando que os conhecimentos dominados efetivamente pela criança estão situados num nível denominado por ele de nível de desenvolvimento real. Já os conhecimentos em processo de construção e aprimoramento, no que o professor

ou colegas mais experientes poderão auxiliar, encontram-se noutro nível chamado de nível de desenvolvimento potencial. O espaço entre o primeiro e o segundo nível é denominado de ZDP que, nos termos do autor, é:

A distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes (VYGOTSKY, 1994, p. 112).

Desse modo, a ZDP consiste em um nível intermediário no qual se antecipa conhecimentos ou aprendizagens, definindo “aquelas funções que ainda não amadureceram, mas que estão em processo de maturação, funções que amadurecerão, mas que estão presentemente em estado embrionário” (VYGOTSKY, 1994, p. 113). Sendo assim, neste espaço de desenvolvimento há conhecimentos em processo de amadurecimento, “brotos” ou “flores”, que precisam de estímulos diversos nos processos de interação em contextos de aprendizagem para que se tornem “frutos”. Tal percepção possibilita ao professor constatar que “o estado de desenvolvimento mental de uma criança só pode ser determinado se forem revelados os seus dois níveis: o nível de desenvolvimento real e a zona de desenvolvimento proximal” (VYGOTSKY, 1994).

Outro destaque dado por Vygotsky (1993), e ao qual se recorre neste estudo, diz respeito à formação de conceitos, em particular os científicos, na relação com os espontâneos. Segundo ele, a formação dos conceitos científicos da criança acontece a partir do desenvolvimento dos conceitos espontâneos decorrentes de sua experiência cotidiana e os quais serão ampliados mediante a ação concreta que possa favorecer diálogos entre ambos os conceitos.

Vygotsky (1993) afirma que um conceito é um ato real e complexo de pensamento, impossível de ser ensinado por meio de treinamento. Nesse sentido, transmitir conceitos à criança, artificialmente, leva o professor a um verbalismo vazio, a um resultado improdutivo de seu trabalho pedagógico.

Para além desse verbalismo, há necessidade de estímulos à apropriação conceitual da criança – pela interação dialógica carregada de sentido e significado – que possam favorecer a construção de pontes para o levantamento de hipóteses e explicação da experiência na busca da solução de problemas propostos. A linguagem que perpassa todo o processo está repleta de conceitos espontâneos, os quais realizam um movimento ascendente rumo à construção dos conceitos científicos. Ao mencionarem os estudos de Vygotsky (1993), Scarpa e Silva (2013, p. 134) assinalam:

Enquanto os conceitos espontâneos são gerados a partir da experiência pessoal da criança com os signos, os científicos aparecem de forma deliberada, planejada e orientada [...]. Assim, embora a aprendizagem, em ambos os casos seja dependente do contato com o outro, no primeiro caso, este pode ou não estar presente fisicamente no processo; já no segundo caso, a presença de um indivíduo mais experiente da cultura (professor ou outros alunos) é essencial para que ocorram os avanços que não ocorreriam de forma espontânea.

O ensino de ciências, nesses termos, não teria como ser realizado sem a expressão oral e o desenvolvimento dessa habilidade nos alunos, que se ajusta aos objetivos da comunicação (OLIVEIRA, 2013). A linguagem é o sistema simbólico mais importante que o ser humano adquire no contato social, por sua importante função de comunicação, controle e expressão do pensamento. Martins (1997, p. 115), recorrendo a Vygotsky (1993), assinala que “a ação e a fala unem-se na coordenação de várias habilidades, entre elas, o pensamento discursivo (...) e a fala intelectual”.

Assim, a internalização progressiva da fala possibilita à criança adquirir a função planejadora, tornando-a capaz de controlar o pensamento, comportamento, percepção e a memória na solução de problemas, mesmo que as situações em foco não estejam no seu campo visual. Essas são características que definem as funções psicológicas superiores (VYGOTSKY, 1994).

Desse modo, cabe afirmar que é a partir das hipóteses ou ideias dos alunos, nessa ação projetiva e argumentativa, que o conhecimento é construído; ou seja, a partir do que deu certo e das falhas ocorridas no processo de investigação é que se pode avaliar o processo. Será pelo erro que variáveis serão descartadas e outras aceitas para a resolução de um dado problema (CARVALHO, 2013). O professor, como mediador do trabalho, precisa deixar que os alunos trabalhem, pensem e ajam. Carvalho (2013) deixa claro a importância e o significado desse momento de discussão, quando ensina:

É durante as etapas sobre o como e de procura do porquê que os alunos têm oportunidade de construir sua compreensão dos fenômenos físicos. E, enquanto contam o que fizeram e descrevem suas ações, vão estabelecendo em pensamento as próprias coordenações conceituais, lógico-matemáticas e causais. Nessa passagem – das ações executadas pelo próprio sujeito para a relação entre os atributos dos objetos – vai se iniciando a conceituação (p. 22).

O trabalho desenvolvido com os alunos, ancorado na abordagem investigativa para o Ensino de Ciências (ASTOLFI; PETERFALVI; VÉRIN, 1998; CARVALHO *et al.*, 1998; CARVALHO, 2004, 2013; MORAES, 1998; MORAES; GALIAZZI; RAMOS, 2004), estrutura-se a partir de situações-problemas que objetivam a construção de conhecimentos científicos por meio da ação das crianças. Desse modo, tal ação de elaboração e experimentação de hipóteses visa à resolução do problema ou desafio lançado à criança, de forma a desenvolver suas habilidades investigativas e posturas reflexivas, propositivas e autônomas. Nesse percurso, as crianças são incentivadas a pensar sobre o fenômeno ou conteúdo estudado, buscando elaborar conclusões e comunicar os resultados alcançados, aproximando-se cada vez mais do conhecimento sistematizado (CARVALHO, 2013; VYGOTSKY, 1993).

Carvalho *et al.* (1998) e Carvalho (2013), ao discutirem o ensino de Física para crianças, chamam a atenção para o problema experimental como mais comum e bastante atrativo aos alunos. Outros meios, entretanto, podem servir de ponto de partida para a problematização desejada, tal como um jogo, imagens, textos ou ideias já elaboradas pelos alunos. O mais importante é que exista uma organização em etapas para que as crianças possam levantar e testar hipóteses, “passar da ação manipulativa à intelectual, estruturando seu pensamento e apresentando argumentações discutidas com seus colegas e com o professor” (CARVALHO, 2013, p. 10).

O aluno, na medida em que se envolve nesse processo investigativo, torna-se ativo na construção de sua própria aprendizagem e assume uma postura de constante reflexão sobre os assuntos estudados, sendo a problematização e o diálogo promovidos no processo ensino-aprendizagem, ferramentas primordiais na dinâmica de elaboração de novos conhecimentos nas aulas de ciências.

## ASPECTOS METODOLÓGICOS

O trabalho realizado trilhou o caminho dos pressupostos da pesquisa qualitativa (GOLDENBERG, 1999; LÜDKE; ANDRÉ, 1996; MYNAYO, 1993) realizada em um contexto determinado, em que o objeto de conhecimento foi a própria prática de sala de aula da professora permeada pelo encontro, pelas interações e itinerários definidos pela reflexão das vivências e possibilidades do fazer prático.

Para o desenvolvimento das análises ao longo deste texto, em razão do espaço disponível, recorreu-se apenas aos diálogos entre alunos e professora durante as aulas, os quais foram gravados e transcritos para esse fim.

A pesquisa aconteceu em uma turma de 30 alunos, na faixa-etária de 8 e 9 anos de idade, estudantes do quarto ano do Ensino Fundamental de uma escola pública federal de educação básica. Os dados empíricos foram coletados durante os meses de abril, maio e junho de 2015 durante as aulas de ciências por meio da proposição, organização e realização de duas Sequências Investigativas (SIs) com os seguintes momentos: (1) apresentação do problema; (2) ação do grupo para resolver o problema; (3) organização do conhecimento por meio do diálogo coletivo sobre as ações realizadas; (4) registro individual sobre a atividade e as conclusões alcançadas.

Os seguintes objetivos de ensino nortearam a realização do trabalho com os alunos.

Como objetivo geral foi proposto construir conhecimentos por meio da ação e do pensamento crítico e reflexivo, partindo dos saberes cotidianos na aproximação sucessiva de conhecimentos científicos.

Como objetivos específicos foram definidos: 1 – manifestar conhecimentos prévios sobre o fenômeno da flutuação; 2 – elaborar conhecimentos que levem à aproximação de conceitos necessários à compreensão e explicação do fenômeno da flutuação, como massa, volume, densidade e empuxo; 3 – elaborar e testar hipóteses para a resolução de problemas relacionados à flutuação de objetos na água; 4 – manipular variáveis para a mudança de comportamento dos objetos envolvidos na atividade; 5 – desenvolver a oralidade e escrita na articulação com os conhecimentos científicos, visando à socialização de ideias e à sistematização gráfica de conclusões e 6 – construir relações de troca, respeito e ajuda mútua com os colegas, valorizando o conhecimento construído e a participação de todos no processo.

## DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES COM OS ALUNOS

Após a apresentação da proposta de trabalho aos estudantes, iniciou-se um diálogo com o objetivo de sondar alguns de seus conhecimentos prévios sobre a temática e contextualizar as atividades que iriam acontecer. Eles posicionaram-se sobre algumas características da água e o comportamento de objetos no contato com a substância, destacando, inclusive, os riscos de poluição pelo acúmulo de lixo em rios e mares. A discussão, no entanto, foi direcionada ao objetivo da atividade: comportamento de objetos imersos na água.

## Primeira Sequência Investigativa

Após o diálogo inicial, deu-se início ao trabalho experimental com os alunos organizados em grupos de quatro participantes. Cada grupo recebeu os seguintes materiais para a realização da atividade: vasilhame plástico e transparente contendo água, bolas de gude (conhecidas em nossa região como petecas), tampinhas de garrafas pet, cliques de papel tamanho médio, copinhos plásticos (medida de remédio, de 10 ml) e brinquedos de plástico (numeral zero-0). Esses materiais foram selecionados por apresentarem dois tipos de comportamento quando imersos na água: uns afundavam enquanto outros flutuavam. Durante o manuseio do material para o reconhecimento e domínio de suas propriedades físicas, foi solicitado aos alunos que testassem os objetos, verificando seu comportamento na água. Quais afundavam? Quais flutuavam?

Figura 1 – Materiais utilizados no experimento – 1ª SI



Fonte: Arquivo da pesquisa, 2016.

Na sequência, chamou-se atenção dos alunos para a apresentação do seguinte problema a ser resolvido: *Como podemos fazer os objetos que afundam flutuarem e os objetos que flutuam afundarem?* Na verdade, foram dois problemas para aumentar o grau de dificuldade, posto que as crianças detinham (considerando a sondagem de seus conhecimentos prévios) noções e repertório de vivências de brincadeiras com objetos na água. Diante do problema, desejava-se que os alunos pudessem testar as condições necessárias para a mudança do comportamento de objetos submersos na água.

No segundo momento da SI, os alunos iniciaram suas ações e dialogaram entre si e com a professora enquanto realizavam a atividade.

Figura 2 – Manipulação de objetos na água



Fonte: Arquivo da pesquisa, 2016.

Para que a atividade realizada alcançasse os objetivos de aprendizagem propostos, os alunos foram orientados a “ver, tocar, experimentar, observar, manipular, exemplificar, comparar, etc., e a partir dessas ações, ativar os processos mentais que lhes permitissem estabelecer as relações necessárias para a atribuição de significado” (ZABALA, 1998, p. 99). Assim que os grupos conseguiram resolver o problema, os materiais foram recolhidos com a ajuda de todos, dirigindo-se, em seguida, para a sala de aula com o objetivo de iniciar a 3ª etapa da atividade, quando todos puderam conversar sobre o experimento realizado.

Em sala, procedeu-se um diálogo com o grupo perguntando como haviam resolvido o problema e suas explicações sobre o porquê das ações realizadas. Nesse momento, os alunos passaram a relatar de que maneira manipularam os materiais a partir das hipóteses formuladas, possibilitando a tomada de consciência sobre a própria ação ao recordar o que haviam feito. Diante disso, foram incentivadas a falar, mesmo que houvesse repetição de procedimentos por algumas crianças, o que geralmente acontecia.

Após o diálogo realizado sobre o experimento, foi-lhes solicitado que registrassem individualmente a atividade, utilizando-se para isso da escrita e do desenho. Chegava o momento de exercitar “competências de diálogo entre a teoria e a empiria” para a sistematização interna e individualizada dos conhecimentos socializados (MORAES; GALIAZZI; RAMOS, 2004, p. 137).

## Segunda Sequência Investigativa

A Segunda SI proposta consistia na realização de um experimento cujo desafio seria fazer flutuar uma bolinha de massa de modelar de modo a instigar os alunos a lidar, em outro contexto, com as mesmas variáveis do primeiro experimento: massa e volume.

Na primeira etapa do trabalho, os alunos, reunidos novamente em grupos, receberam um vasilhame transparente com água e dois pedaços de massa de modelar em formato de esfera. Foi-lhes pedido que colocassem as bolinhas de massa na água e observassem o que iria acontecer. Logo, em seguida, eles comunicaram que as bolinhas haviam “afundado”.

Figura 3 – Material utilizado no experimento: 2ª SI



Fonte: Arquivo da pesquisa, 2016.

Nesse momento, outro problema foi-lhes apresentado: *Como fazer para que a massinha de modelar flutue?*

Os grupos, então, começaram a trabalhar. Seria necessário abrir a massinha, modelando-a como um barco ou uma cuia para que finalmente flutuasse.

Figura 4 – “Barquinhos” de massa de modelar      Figura 5 – “Barquinho” de massa de modelar



Fonte: Arquivo da pesquisa, 2016.



Fonte: Arquivo da pesquisa, 2016.

Após o experimento, professora e alunos sentaram em círculo para conversar sobre como cada grupo havia resolvido o problema e quais suas explicações quanto ao comportamento dos elementos/objetos presentes no experimento.

Na sequência, passou-se para o registro da atividade organizado por meio de um texto. Os grupos foram orientados a explicitar como resolveram o problema e o porquê de ter dado certo.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### A Gênese da Construção de Conceitos Físicos em Aulas de Ciências

Após conversa inicial com os alunos, foi possível observar que os fenômenos físicos estavam presentes em suas ideias cotidianas ou conceitos espontâneos (VYGOTSKY, 1993), especialmente aqueles relacionados à flutuação dos corpos, os quais poderiam ser explorados com o objetivo de desenvolver habilidades investigativas e a apropriação contínua de conhecimentos cada vez mais elaborados.

Dessa forma, o objetivo da conversa inicial foi tomar conhecimento de aspectos de seus níveis de desenvolvimento real e, diante do que sabiam acerca da água e do comportamento de objetos nela submersos, poder sugerir, com mais segurança, o próximo passo a ser dado por meio da execução da Primeira Sequência. Cabe destacar que a interação possibilitada ao longo de todo o processo da SI visava a agir nas potencialidades inerentes a cada nível de pensamento dos estudantes, em cada ZDP, de modo a fazê-los lidar antecipadamente com fenômenos e conceitos abstratos, em amadurecimento no decorrer do seu desenvolvimento e aprendizado escolar até se tornarem “frutos” nos termos de Vygostky (1993).

No primeiro experimento alguns alunos pareciam agir por tentativa e erro, sem clareza do objetivo a alcançar. No decorrer da atividade nos grupos, entretanto, demonstravam claramente a elaboração de suas hipóteses; algumas verbalizadas e socializadas no próprio grupo e outras elaboradas no silêncio, mas expressas na ação intencional que visava a um resultado; ação planejada e realizada quase simultaneamente. Essa situação pode ser percebida no diálogo a seguir:

**Professora:** Qual foi o problema que vocês resolveram aí? [direcionando-se a outro grupo].

**Ana Clara:** Fazer o que flutua afundar

**Professora:** E como a gente pode fazer o que afunda flutuar?

**Ana Clara:** Estamos tentando descobrir

**Professora:** Então vamos descobrir.

**Rosa:** Ei, tia, olha, o grampo [clip de ferro] afundou. Ele não é muito pesado, mas ele afundou porque ele é de plástico.

**Marília:** Tia, mas ele é de ferro. Mas o grampo é de ferro. Claro que afunda.

**Paulo:** Toda vez que a gente começa a soltar a peteca na água ela começa a afundar.

**Professora:** Mas tem alguma forma pra gente fazer pra que ela flutue? Ela ou qualquer outra coisa que afunde?

**Paulo:** não.

**Professora:** Tem alguma forma de fazer ela flutuar?

**Paulo:** Colocar ela na tampa.

**Professora:** Tenta fazer isso então.

**Paulo:** Olha, prendeu a bola [peteca]

**Professora:** Conseguiu?

**Felipe:** Tia Olha. Consegui prender agora.

Nos diálogos supra observa-se o tipo de situação na qual ação e fala solidarizam-se e se interconectam, buscando resolver o problema proposto no momento do experimento. Isso se expressa, especialmente, nas falas dos alunos Rosa, Marília e Paulo. Esse processo de dúvida, construção de saídas possíveis, ocasionadas a partir do que não dá certo, é necessário ao avanço do pensar e do aperfeiçoamento das ações. Além de solicitar que mantivessem a calma e buscassem conversar com colegas, também eram levados a refletir sobre a necessidade de arriscar e procurar respostas, mesmo correndo o risco de errar. Buscou-se, portanto, estimular seus avanços acerca do problema e dos conceitos envolvidos pelo diálogo e estímulos docentes e discentes que não permitiam a inércia do pensar, mas, sim, que pudessem ouvir uns aos outros confrontando suas próprias ações e pensamentos sobre o objeto do conhecimento.

Durante a realização dos comentários sobre o experimento, os alunos demonstravam domínio dos atributos físicos dos objetos envolvidos na atividade e tentavam, por meio do raciocínio lógico, estabelecer relações entre eles ao colocar, por exemplo, uma peteca de maior massa em um copinho plástico maior, relacionando as grandezas de tamanho e massa dos objetos. A partir da relação entre esses atributos, os quais não estão nos objetos, mas construídos mentalmente, as crianças buscavam explicar o fenômeno da flutuação, iniciando a elaboração de conceitos ou a gênese dos conceitos físicos em jogo na atividade.

A lei que determina o comportamento de um objeto na água afirma que ele flutua somente se sua densidade for menor do que a da água e afunda quando acontecer o contrário. A densidade, por sua vez, é uma grandeza física que está relacionada ao volume e à massa de um corpo, calculada pela razão entre essas duas grandezas ( $d = m/v$ ).

Nesses termos, um corpo pode ter massa grande, mas se essa massa for bastante distribuída em um volume maior, sua densidade poderá ser menor que a da água, fazendo o corpo flutuar, mas se a massa do corpo estiver muito concentrada, em um pequeno espaço (volume), o corpo afundará (CARVALHO *et al.*, 1998).

Nas falas dos alunos é possível perceber seus conhecimentos prévios sobre flutuação. Nos diálogos, demonstraram indícios de que os objetos de plástico geralmente flutuam, assim como os de ferro e vidro tendem a afundar. Com base nesses conhecimentos e diante do primeiro desafio em fazer flutuar o que afunda, seria necessário colocar o objeto de maior massa (que denominam como mais pesados) sobre o de menor densidade em relação à água (identificada por eles como mais leve). Nesse caso, esse objeto (tampa de garrafa *pet* ou copo medida de remédio) precisaria ter uma determinada forma, que determina o volume, para comportar o objeto mais denso (*clip* de metal ou peteca) e fazê-lo flutuar.

Nesse caso, outro problema surgiu: nem sempre os objetos que serviam de base para outros mais densos suportavam sua massa. Na verdade, a questão era: Quanto de massa irá suportar algo flutuante (menos denso em relação à água) a ponto de não afundar? O oposto também seria outro problema a ser resolvido: Qual objeto dos disponíveis seria o mais adequado para ser colocado em cima de outro que flutua para fazê-lo afundar? Tratando a quantidade de massa na perspectiva de maior ou menor, e não em unidades específicas, esse limite entre menor ou maior massa sobre os objetos flutuantes para que afundassem ou suportassem os primeiros a ponto de fazê-los flutuar, propiciou a manipulação de duas novas variáveis pelas crianças: massa e volume dos objetos.

Com o experimento, os alunos chegaram às seguintes conclusões provisórias:

- 1 – quanto mais massa tivesse o objeto que deveriam fazer flutuar, maior tamanho (maior volume) deveria ter o objeto que suportaria a massa do primeiro, o que definiu a escolha de colocar uma esfera de vidro (peteca) dentro de um copo-medida de remédio para que a primeira pudesse flutuar.
- 2 – é mais fácil fazer afundar (colocando um objeto de maior massa em cima, como a peteca) o objeto que flutua se este tiver um menor tamanho. Nesse caso, os alunos optavam em colocar a peteca em cima da tampinha de garrafa *pet*, uma vez que era menor do que o copinho de medida de remédio, sendo, dessa forma, mais fácil “afundá-lo”. Assim, a manipulação das variáveis massa e volume aconteceu pela associação dos objetos disponíveis, em razão de não ser possível modificar essas grandezas dos objetos, individualmente.

Esse tipo de relação, a qual possibilita a construção dos conceitos de massa e forma (volume) para a explicação do fenômeno da flutuação de corpos na água, torna-se mais evidente nas explicações das crianças sobre a resolução do problema.

Na fala de Nestor – “[...] *mas tem que ter uma boia de ar embaixo pra poder flutuar o barco*” – já aparece outra variável que, segundo os alunos, também influencia na flutuação dos objetos: a presença do ar preso. Tal hipótese é também evocada nas falas de Fernanda e Ana Clara, respectivamente: “*O barco tem uma coisa mais leve (algo que o deixa mais “leve”, ajudando-o a flutuar)*. Mesmo sendo grande ele tem o ar por

*dentro que faz o barco subir”. “Porque ele tem ar dentro. E é isso que faz ele flutuar, mesmo sendo pesado”.* Essas falas expressam tipos de conhecimentos prévios presentes no Nível de Desenvolvimento Real desses alunos. Felipe, ao comentar sobre o material do qual um barco é fabricado, também evidencia esse tipo de conhecimento, mas os alunos são desafiados a pensar além: não é somente o ar o responsável pela flutuação do barco e este não é fabricado somente com madeira:

Felipe: O barco é feito de madeira (conhecimento prévio).

Professora: E alguém já viu um barco feito de ferro?

Crianças (algumas): Já!!

A aluna Fernanda, durante a conversa no grupo, ao comentar *“O clipe pode ser pequeno, mas do que ele foi feito é mais pesado”*, busca também ir além ao considerar a possibilidade da flutuação ser influenciada pelo tipo de substância de que é feito o objeto. Ela ainda expressa seu modo de pensar: *“Mesmo sendo grande ele (o barco) tem o ar por dentro que faz o barco subir. Ao mesmo tempo, a água vai por baixo para segurar o barco”*, destacando a possível presença de uma força empreendida pela água para segurar o barco por baixo. Neste caso, a Física esclarece que a flutuação ou não de corpos na água depende da relação entre duas forças opostas que atuam em sentidos contrários sobre os corpos submersos: a força da gravidade-peso e o empuxo.

O empuxo é a força provocada em toda a superfície do objeto em contato com a água; nesse caso, o empuxo exerce sobre o corpo uma força de baixo para cima e o peso, em virtude da ação da aceleração da gravidade, resulta na força que a Terra exerce sobre a massa do corpo, empurrando-o para baixo. Se o peso for maior que o empuxo, o corpo afundará; do contrário o corpo flutuará (SANTOS; SANTOS, 1997). Vale ressaltar que a igualdade entre as referidas forças pode resultar no fato de o corpo ficar parado quando totalmente submerso, porém não foi uma situação presente na experiência dos alunos.

Na tentativa de explicar o fenômeno da flutuação, contando com a intervenção da professora, os alunos, por intermédio da fala, iam manifestando suas hipóteses e compreensão do fenômeno, bastante empenhados na resolução do problema. Nessa perspectiva, evidencia-se a fala de Samara: *“tem que ter o tamanho certo para flutuar”* e de Fernanda: *“O clipe pode ser pequeno, mas do que ele é feito é mais pesado”*. *“[...] ao mesmo tempo a água vai por baixo para segurar o barco”*, prenúncios do conceito de massa, volume e empuxo, respectivamente. Isso significa, numa perspectiva vygotskiana, que, ao serem levados pela interação, pelo diálogo e trocas de pontos de vistas, expondo seus conceitos espontâneos advindos de sua história pessoal, e sendo instigados pelos outros colegas e pela professora, eles passam a construir um pensamento generalizante acerca dessas percepções, o qual será consolidado paulatinamente com seus percursos escolares rumo à conceituação científica desses conteúdos de física escolar.

Os alunos tinham como verdade que os objetos de maior massa afundavam e os de menor massa flutuavam; no entanto, ainda nos registros do diálogo explicitados a seguir, são questionados sobre o comportamento do clipe de metal na água: tinha menor volume (menor tamanho) do que alguns objetos de plástico, mas se dirigia ao fundo ao ser colocado na água.

**Professora:** Alguém disse assim: “o clipe é mais leve”, mas ele afundou, não foi? Por que será que o clipe, sendo até mais leve do que aqueles copinhos de plástico, que a gente viu, ele não flutua?

**Samara:** É porque ele é feito de metal e o metal tem peso.

**Professora:** E por que o copinho, que pode ser mais pesado que o clipe, ele não afunda?

**Samara:** Porque ele tem ar dentro e porque ele é redondo.

**Marta:** Porque ele é feito de plástico. Aí é mais leve.

**Amanda:** O clipe afundou porque ele não prende o ar. Aí ele afundou porque também ele é de metal.

A partir desse momento o grupo começou a buscar explicações, passando a considerar a hipótese de que o material do qual o objeto era feito também influenciava na flutuação, mantendo a hipótese de que o ar também era importante nesse processo.

No intuito de instigá-los ainda mais, foi introduzida no diálogo a situação do barco que é feito de ferro, mas flutua. Quando Samara afirma que “*é preciso ter o tamanho certo pra poder flutuar*”, passa-se a considerar a forma do objeto, buscando, mais uma vez, superar a ideia de que somente ter maior ou menor massa interfere na flutuação de objetos na água. Com tais intervenções, pretendia-se que o grupo percebesse que inúmeros fatores poderiam contribuir para o fenômeno da flutuação. Segue o diálogo:

**Samara:** É porque tem que ter o tamanho certo pra poder flutuar [o tamanho relativo ao volume do corpo].

**Professora:** E como é esse tamanho certo?

**Samara:** Depende. Pode ser grande, pequeno, de qualquer jeito.

**Professora:** Crianças, e o barco, ele é grande ou pequeno?

**Crianças:** Grande.

**Professora:** Ele é pesado ou leve?

**Crianças:** Pesado.

Diante das análises anteriormente realizadas, e a partir do olhar da teoria de Vygotsky (1993, 1994) e de outros autores, como Carvalho (2013), Zabala (1998) e Moraes (1998), evidencia-se que os objetivos de aprendizagem previstos para o desenvolvimento das sequências estavam sendo alcançados, uma vez que o propósito era que os alunos fossem capazes de manifestar conhecimentos prévios sobre o fenômeno da flutuação e de elaborar conhecimentos próprios que levassem à aproximação de conceitos necessários à compreensão e explicação do fenômeno. Vygotsky (1993) também denomina de conceitos espontâneos os conhecimentos prévios, definindo-os como esquemas mentais de compreensão e interpretação das situações e fenômenos construídos a partir das experiências histórico-sociais do indivíduo e utilizados para a explicação da realidade.

A decisão de criar outra SI deu-se com a intenção de que os alunos pudessem lidar com situações que desencadeassem agora a caracterização dos mesmos conceitos físicos de massa, volume, densidade e empuxo, porém em outro contexto, buscando a ampliação dos conhecimentos em processo de construção.

Na realização do experimento envolvendo a massa de modelar, é interessante perceber que os alunos usaram as referências construídas na experiência anterior para resolver o problema de fazer flutuar a massinha, havendo uma transferência de esquemas importante de se considerar na aprendizagem em construção. Nesse caso, a maioria modelou a massinha com base no formato de um barco, buscando também semelhança com o copinho de remédio da atividade anterior para que flutuasse.

Nesse experimento, os alunos precisavam mais uma vez atribuir significado, usando os conhecimentos já consolidados e outros em desenvolvimento para ampliar mais ainda seus esquemas mentais. As variáveis envolvidas nesse segundo experimento ainda eram massa e volume dos objetos. A quantidade da massinha correspondia à variável que permanecia constante. Alguns alunos tentaram dividir a massinha, mas foram orientados a não o fazer: a quantidade de massinha não poderia ser mudada. Nesse caso, a forma da massinha deveria ser manipulada para alcançar o efeito desejado: flutuar.

No primeiro experimento, as variáveis envolvidas, também massa e volume, ambas independentes, ou seja, que poderiam ser modificadas com a associação dos objetos (colocando um em cima do outro, por exemplo), não tinham ficado tão claras para os alunos. Nesse segundo momento, no entanto, buscou-se chamar a atenção deles para a variável que permaneceria constante (no caso, a massa) no experimento e o que estava sendo manipulado por eles (a forma ou volume). Tal momento de interação é apresentado no seguinte diálogo:

**Professora:** Olha só. Lembram na experiência anterior, que vocês disseram: “Tia, aqueles copinhos com as petecas, né?” A peteca afundou por quê?

**Crianças:** Era pesada!

**Professora:** Só que vocês tinham uma massinha que tinha um peso, né? Quando vocês transformaram a massinha em barquinho, será que o peso mudou? Ou continuou?

**Crianças:** Continuou.

A tomada de consciência pelo grupo de que não era necessariamente a massa da massinha que fazia afundar ou flutuar, mas que o volume ocupado por essa massa deveria também ser considerado, foi um grande avanço em relação às hipóteses levantadas no primeiro experimento, de que os objetos de menor massa flutuam e os de maior massa afundam (apenas alguns alunos já sinalizavam a influência do volume para que o objeto flutuasse). Houve uma reestruturação do pensamento e das ideias, o que se observa no diálogo a seguir sobre o segundo experimento:

**Professora:** Ok. O que aconteceu com o barco, com a massinha... o que vocês mudaram na massinha pra que ela pudesse flutuar? Pensem nisso. Eu quero que vocês falem o que vocês mudaram na massinha.

**João:** A forma dela... Mudou a forma porque se a gente continuasse com a bolinha (naquele formato) ela não iria flutuar porque ela estava fechada e aí se a gente colocasse na forma de uma tigela ou de cuia, como ela disse (apontando para uma colega), não entrava nada dentro.

**Professora:** Ok. Você querido.

**Marília:** Tia foi só uma mudança física.

**Professora:** O que é uma mudança física?

**Marília:** Quando uma coisa só muda na aparência física. Não muda no peso dela ou nas outras coisas. Só muda na aparência física (não há transformação).

**Marta:** Eu consegui fazer flutuar porque eu lembrei que o barco é pesado e eu fiz um barco de massinha que era pesada e flutuou.

**Professora:** É, mas a massinha (bolinha) tinha o mesmo peso do barco (feito de massinha), né? E como foi que ele flutuou tendo o mesmo peso de antes, quando tinha afundado?

**Amanda:** Porque como a bolinha de massinha era muito pequena ela ia afundar. Agora, se ela fica maior do que já é, ela flutua. Mudou o físico dela.

A introdução da expressão “*só mudou o físico dela*” quis elucidar a mudança apenas da aparência, da forma, sinalizando a não alteração de sua massa. Nesse caso, Amanda parece concordar com a mudança física, mas associando ao tamanho e não ao formato. Já no pensamento de Marta, e talvez no de Marília, houve alteração no formato, mas não explicaram claramente. João, por sua vez, conseguiu ser mais explicativo.

É pelas hipóteses ou ideias dos alunos que o conhecimento é construído; a partir do que deu certo e das falhas ocorridas no processo (CARVALHO, 2013). Assim, será pelo erro que variáveis serão descartadas e outras aceitas para a resolução de um dado problema. O professor, ao mediar o trabalho desenvolvido, deve propiciar aos alunos questionar, pensar e agir sobre o objeto do conhecimento. Essa atitude permite-lhe assumir uma postura diferente da usual nas aulas, e esse movimento é um aprendizado para ele, que busca modos diferenciados de abordagens mais interativas em aula e compatíveis com a prática de ensino de ciências, na qual os conhecimentos são apreendidos e não memorizados mecanicamente.

Durante a exposição sobre como realizaram o experimento, procurando também explicações para o fenômeno estudado, os alunos exercitaram habilidades necessárias ao aperfeiçoamento da expressão oral. Quando buscavam ajustar sua linguagem, elaborando-a para que pudesse ser compreendida, a professora intervinha para que refizessem o pensamento quando necessário, reconstruindo as frases na busca de coerência e permanência do que se estava tratando, pois é comum aos alunos desviarem-se do assunto, citando um exemplo, não conseguindo retornar e dar continuidade e conclusão ao pensamento anterior; é comum também omitirem palavras, tentando acompanhar o pensamento que flui com maior rapidez em relação à velocidade da fala (VYGOTSKY, 1993).

Dessa forma, a linguagem, associada à ação e interação dialógica e carregada de sentidos e significado, constrói pontes para o levantamento de hipóteses e possibilita explicação da experiência na busca da solução dos problemas propostos; isso corresponde ao conhecimento de modo sistematizado, ainda que não se exponham as definições envolvidas. A linguagem que perpassa todo o processo está encharcada de conceitos espontâneos das crianças, na forma dos conhecimentos prévios que, na continuidade do processo de pensar e refletir sobre o fenômeno, sofrem alterações em razão da interação com o conhecimento sistematizado, num movimento ascendente para a aquisição em gênese dos conceitos científicos envolvidos; por sua vez, esses descendem a ponto de melhor esclarecer o que se pensava anteriormente.

Sobre isso, Vygotsky (1993, p. 80) defende: “os rudimentos de sistematização primeiro entram na mente da criança, por meio do seu contato com os conceitos científicos, e são depois transferidos para os conceitos cotidianos, mudando a sua estrutura psicológica de cima para baixo”. No caso em questão, tal estrutura representa um processo em *ser*, cujo ponto de consolidação não se pode datar nessa investigação em aula, pois, como se sabe, “é preciso que o desenvolvimento de um conceito espontâneo tenha alcançado um certo nível para que a criança possa absorver um conceito científico correlato” (p. 93).

Por isso, cabe retomar os objetivos das SIs, as quais tiveram como foco o avanço dos alunos no entendimento do fenômeno da flutuação de corpos na água, ampliando e construindo, por meio da linguagem, outras maneiras de explicá-lo, organizando pensamento e linguagem de modo a perceber aspectos que passariam ao largo se não fossem tais atividades investigativas. Assim, não houve a perspectiva didática de ensinar conceitos científicos propriamente ditos, com suas definições, nomenclaturas e sistemas explicativos.

As intervenções, problematizando e coordenando as falas dos alunos, tinham a intenção justamente de interferir na ZDP deles, provocando outras possibilidades de pensar sobre o fenômeno e os conceitos nele envolvidos, ação coadunada com o que Vygotsky (1994) assinala sobre conhecimentos já adquiridos, situados no nível de desenvolvimento real, sinalizando o conhecimento efetivo da criança e, partindo desse olhar, agir com o mínimo de segurança, ainda que não seja absoluta, no nível de desenvolvimento potencial, possibilitando na ZDP a mobilização de um novo aprendizado com auxílio do “outro”; neste caso, com a mediação da professora e dos colegas de classe.

Diante dessas análises, contornando o processo de realização das duas SIs, assumindo uma prática mediadora de incentivo à elaboração própria e com significado dos alunos acerca de conhecimentos físicos envolvendo a flutuação de corpos, cabe ressaltar que a professora não só mediou todo o processo, conferindo êxito à realização de sequências de experimentos, mas, sobretudo, pode reestruturar seus próprios conhecimentos sobre maneiras de planejar, conduzir e avaliar o processo de ensino e aprendizagem de ciências, tomando esse processo como objeto de análise, em momentos em que se precisou refletir na ação e também sobre ela, levando em conta decisões que teve de rever e redirecionar.

Para tais fins de reflexões sobre a prática, precisou reunir conhecimentos diversos das áreas envolvidas na pesquisa: ciências, psicologia da aprendizagem, pesquisa, pesquisa no ensino, que são conhecimentos necessários ao professor que se assume como pesquisador (FREIRE, 2014) e que faz de sua prática um momento de reflexão constante sobre o aprender e ensinar ciências.

Nesse movimento de aprender a ensinar, cabe refletir sobre alguns limites da prática desenvolvida, aspectos que não foram passíveis de mediação junto aos alunos envolvidos na pesquisa em tela.

Considerando a faixa-etária dos participantes e seus níveis de desenvolvimento e aprendizado, optou-se em iniciar um processo de construção de conceitos a partir dos conhecimentos prévios deles, buscando instigá-los para que a ação cognitiva e comunicativa fosse ampliada. Por se tratar de uma primeira experiência com alunos não

habituaados à vivência investigativa, no entanto, não foi possível e nem houve tempo hábil para introduzir as definições e nomenclaturas científicas, como densidade, volume, massa específica, empuxo, entre outras, que pudessem estimular ainda mais a construção de significados e sentidos mediados pela palavra, na articulação com o pensamento científico que estava sendo estimulado e construído. O trabalho desenvolvido certamente precisará de uma continuidade e de outros parâmetros de investigação no exercício da pesquisa com alunos dessa faixa-etária, tendo em vista um olhar minucioso do professor, tarefa não contemplada nessa primeira incursão, ficando para outro momento, com maior ênfase ao processo de aprendizagem dos conceitos e progressão dialógica.

Quando o professor pesquisador faz todo esse movimento, ocorrem muitas aprendizagens e possibilidades. Uma dela expressa-se no que Freire (2014) sugere ao afirmar que aquele que *forma se reforma* ao formar, e quem é formado *forma-se e forma* ao ser formado, portanto é nesse sentido de aprender junto com os alunos, pesquisando a própria prática, aprendendo nesse contexto recíproco, que o professor também se forma e amplia seus saberes docentes. A experiência investigativa tal qual aconteceu e sua apropriação docente, nesses termos, é capaz de figurar como uma maneira de o professor reelaborar e retroalimentar continuamente sua prática, tendo a chance de continuar aprendendo ao longo da ação educativa, ao mesmo tempo em que oferece um ensino diferenciado e promissor a seus alunos.

Do mesmo modo, outra possibilidade pode ser o que já se sinalizou acerca do que Schön (2000) assinala sobre os modelos de conhecimento que se estendem para as reflexões realizadas pelo professor tanto durante a aula quanto posteriormente a ela, ou seja, na reflexão-na-ação, reflexão sobre a ação e reflexão sobre a reflexão-na-ação. Essa última, de fato, vem coroar com bastante significado o movimento investigativo apresentado e refletido neste texto. Isso porque houve o movimento reflexivo docente durante todo o processo por meio de registros, sistematizações, análises, reflexões e, neste texto, organização para fins de divulgação. Nesse sentido, tal movimento caracterizou-se como vetor para a consolidação de um modelo de reflexão característico de professores reflexivos pesquisadores que assim se assumem e se engajam em experiências pesquisativas e transformadoras da própria ação de ensinar.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho investigativo sobre a própria prática, aqui apresentado, e que cumpriu o objetivo de analisar o desenvolvimento de duas Sequências Investigativas (SIs) na construção de conhecimentos físicos dos alunos sobre o fenômeno da flutuação de corpos na água, tecendo reflexões sobre essa prática, de fato suscitou inúmeras reflexões sobre processos de aprendizagens em ciências, particularmente de conceitos científicos, e sobre a prática docente nesse contexto, cabendo evidenciar e sintetizar os pontos mais importantes.

Primeiramente, cabe destacar a visão de Ciência assumida pela professora e socializada ao longo da pesquisa como uma “linguagem” facilitadora da leitura do mundo e como conhecimento em constante transformação e reelaboração. Assim, o ensino de ciências foi articulado a uma prática diferenciada e em prol de uma cultura científi-

ca que buscou aproximar o estudante desses conhecimentos a partir dos quais, numa apropriação contínua, venha a ser capaz de compreender a realidade, bem como de contribuir com sua mudança.

Nesse prisma, a proposta de problematização e diálogo coletivo, com vistas à construção de conceitos sobre o fenômeno da flutuação de corpos na água, proporcionou incentivo à ação dos estudantes para a construção de novas ideias sobre objetos de conhecimento e permitiu o exercício da autonomia discente com ampliação significativa das possibilidades de aprendizagem mediante o diálogo constante sobre as ações realizadas e ideias elaboradas. Os alunos participaram dando sua opinião, aceitando a opinião dos colegas e tirando conclusões sobre os conhecimentos envolvendo o fenômeno em estudo, o que serviu como ensaio investigatório antecipado de aprendizagens conceituais que serão consolidadas no futuro, mas que já promoveram ampliação dos conhecimentos espontâneos trazidos pelas crianças de seu contato com o mundo natural.

Nessa dinâmica, a construção de conhecimentos científicos, promovida por intermédio da pesquisa, tornou-se o contexto ideal ao fomento e exercício da autonomia, da relação dialógica, da criatividade, da criticidade e de mudanças de atitudes diante da realidade, algo bastante requisitado quando se pensa em um ensino de ciências diferenciado e inovador.

Da mesma forma com que ocorreu o avanço das aprendizagens dos alunos com a pesquisa, houve investimento de uma ação pedagógica no sentido de contribuir para a pesquisa da própria prática da professora, possibilitando-lhe experimentar o desenvolvimento e mediação das sequências de experimentos, momentos em que foi possível refazer seus próprios conhecimentos sobre maneiras de planejar, conduzir e avaliar o processo de ensino e aprendizagem de ciências, tomando esse processo como objeto de análise, colocando em prática, com isso, os níveis de reflexão (na ação, sobre a ação e sobre a reflexão na ação), nos termos de Schön (2000), importantes ao processo de investigação da própria prática e que possibilitarão a ela tomar e rever decisões no processo da ação e posteriormente a ela.

Enfim, levando em conta a problematização e o diálogo como fundamentais para a superação das contradições que surgiram na pesquisa, destaca-se que, para a realização de qualquer trabalho que envolva o ensinar e o aprender, é necessária uma opção filosófica e epistemológica norteadora das intervenções do professor no decorrer da prática. É importante, portanto, uma dinâmica educativa que valorize o homem como agente e sujeito de seu próprio conhecimento. Nos dizeres de Freire (2014, p. 47), é considerar que “saber ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção”. Para tanto, o professor, não pode prescindir de ser um pesquisador e de se abrir ao aprender em comunhão com seus alunos.

## REFERÊNCIAS

- ALARCÃO, I. Professor-investigador: Que sentido? Que formação? In: CAMPOS, B. P. (org.). *Formação profissional de professores no Ensino Superior*. Porto: Porto Editora, 2001. p. 21-31.
- ASTOLFI, J. P.; PETERFALVI, B.; VÉRIN, A. *Como as crianças aprendem as ciências*. Porto Alegre: Horizontes Pedagógicos, 1998. 309p.

- CARVALHO, A. M. P. de. Critérios estruturantes para o ensino das ciências. *In: CARVALHO, A. M. P. de (org.). Ensino de ciências: aliando pesquisa à prática.* São Paulo: Cengage Learning, 2004. p. 1-17.
- CARVALHO, A. M. P. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. *In: CARVALHO, A. M. P. (org.). Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula.* São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 1-20.
- CARVALHO, A. M. P. et al. *Ciências no Ensino Fundamental: o conhecimento físico.* São Paulo: Scipione, 1998. 199p. (Pensamento e ação no magistério).
- FREIRE, P. *Pedagogia da autonomia. Saberes necessários à prática educativa.* 49. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2014. 143p.
- GOLDENBERG, M. *A arte de pesquisar. Como fazer pesquisa qualitativa em ciências sociais.* 9. ed. Rio de Janeiro; São Paulo: Record, 1999.
- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas. Temas básicos de educação e ensino.* São Paulo: EPU, 1996. 99p.
- LÜDKE, M. O professor, seu saber e sua pesquisa. *Educação & Sociedade*, ano XXII, n. 74, abr. 2001.
- MARTINS, J. C. *Vygotsky e o papel das interações sociais na sala de aula: reconhecer e desvendar o mundo.* 1997. Disponível em: [www.crmariocovas.sp.gov.br/pdf/ideias\\_28\\_p111-122\\_c.pdf](http://www.crmariocovas.sp.gov.br/pdf/ideias_28_p111-122_c.pdf). Acesso em: 3 dez. 2014.
- MINAYO, M. C. de S. Ciência, técnica e arte: o desafio da pesquisa social. *In: MINAYO, M. C. de S. (org.). Pesquisa social: teoria, método e criatividade.* 16. ed. Petrópolis: Vozes, 1993. 108p. (Coleção temas sociais).
- MORAES, R. *Ciências para as séries iniciais e alfabetização.* 3. ed. Porto Alegre: Sagra Luzzatto, 1998. 104p.
- MORAES, R.; GALIAZZI, M. do C.; RAMOS, M. G. Pesquisa em sala de aula: fundamentos e pressupostos. *In: MORAES, R. de; LIMA, V. M. R. (org.). Pesquisa em sala de aula: tendências para a educação em novos tempos.* Porto Alegre: EDIPUCRS, 2004. 316p.
- OLIVEIRA, C. M. A. O que se fala e se escreve nas aulas de Ciências? *In: CARVALHO, A. M. P. de (org.). Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula.* São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 62-75.
- SCARPA, D. L.; SILVA, M. B. A biologia e o ensino de ciências por investigação: dificuldades e possibilidades. *In: CARVALHO, A. M. P. Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula.* São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 129-151.
- SANTOS, F. C.; SANTOS, W. M. S. *Uma análise da flutuação dos copos e o Princípio de Arquimedes.* 1997. jun. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/060805.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2015.
- SCHÖN, D. A. *Educando o profissional reflexivo: um novo design para o ensino e a aprendizagem.* Trad. Roberto Cataldo Costa. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.
- VYGOTSKY, L. *Pensamento e linguagem.* São Paulo: Martins Fonte, 1993. 135p.
- VYGOTSKY, L. *A formação social da mente.* São Paulo: Martins Fonte, 1994. 192p.
- ZABALA, A. *A prática educativa: como ensinar.* Porto Alegre: Artmed, 1998. 221p.