



Da sucata à física: Uma perspectiva ativa para o ensino da termodinâmica

Fábio Lombardo Evangelista^{1, #} e Lara Tibolla Chaves¹

¹Instituto Federal Catarinense. Campus Concórdia, Concórdia, SC, Brasil.

RESUMO

A proposta deste artigo é verificar quais os elementos necessários para se ministrar uma sequência didática que favoreça o estudo dos gases perfeitos e da primeira lei da termodinâmica com a mediação de instrumentos e signos (construção de significados), a promoção de motivação, engajamento e imitação pelo uso de uma linguagem acessível ao discente, tanto na fala quanto na escrita, fatores ancorados nos estudos de Vygotsky. Como resultado, mostrou-se muito conveniente o uso da imitação, proporcionada pela linguagem que partiu do mesmo nível discente, fato este corroborado pela participação ativa nas atividades propostas e nas discussões, além do número de acertos nos questionários apresentados aos alunos.

Palavras-chave: mediação; informação; comunicação; experimentação; Vygotsky

1. Introdução

Este trabalho procurou verificar o que é necessário para se aplicar uma sequência didática que favoreça o estudo dos gases perfeitos e da primeira lei da termodinâmica com a mediação de instrumentos e signos, enfatizando a promoção de motivação, engajamento e imitação pelo uso de uma linguagem acessível ao discente, tanto na fala quanto na escrita, fatores estes ancorados nas ideias interacionistas de Vygotsky. A realização das atividades propostas ocorreu no Instituto Federal Catarinense Campus Concórdia, em uma turma com 22 alunos do curso técnico em alimentos integrado ao Ensino Médio.

Para melhor entender o significado de instrumentos e signos, um bom exemplo é o termômetro, como instrumento pode ser visto como um tubo de vidro, com uma pequena quantidade de álcool e corante em sua extensão, com marcas e números desenhados no exterior do tubo. Como signo, ele é detentor de um significado, isto é, um aparelho usado para medir temperatura ou variações de temperatura.

Nesse contexto, pode-se perguntar como relacionar os instrumentos didáticos para, auxiliados pelos respectivos signos, promoverem a mediação no processo de ensino-aprendizagem? E, ainda, como os estudantes reagem com relação a participação, envolvimento e motivação no desenvolvimento das atividades virtuais e experimentais?

Objetivando alcançar as respostas, delinearam-se as seguintes estratégias:

- Identificar a zona de desenvolvi-

mento real do sujeito, entendida como aquela onde o sujeito consegue fazer as tarefas sozinho, sem auxílio;

- Atuar na zona de desenvolvimento proximal do sujeito, aquela intermediária entre a zona real e potencial, fazendo uso de instrumentos e signos das atividades experimentais e virtuais, promovendo a motivação, o engajamento, a imitação e o auxílio de pessoas mais capazes;

- Alcançar a zona de desenvolvimento potencial do sujeito, aquela a que se consegue chegar com o auxílio obtido na zona de desenvolvimento proximal.

Ciente que o contexto escolar brasileiro da escola pública, em grande parte, é carente de novos modelos e atividades, neste trabalho a sugestão é não esperar por uma sala com bons equipamentos e experimentos manuseáveis, mas que o professor construa esse ambiente, a partir

de materiais facilmente encontrados no contexto social dos alunos.

O presente artigo está dividido em cinco seções: a seção 2 apresenta a fundamentação teórica baseada nas ideias de Vygotsky, permeadas pela inserção de artefatos tecnológicos em ambientes educacionais; na seção 3 é feita a descrição e a análise das aulas; a seção 4 apresenta os resultados e discussões pertinentes às aulas ministradas e, por fim, apresentam-se as considerações finais sobre a pesquisa.

2. Fundamentação teórica

Vygotsky ressalta que a tarefa básica da psicologia é reconstruir a origem

Este trabalho procurou verificar o que é necessário para se aplicar uma sequência didática que favoreça o estudo dos gases perfeitos e da primeira lei da termodinâmica com a mediação de instrumentos e signos

#Autor de correspondência. E-mail: fabio.evangelista@ifc.edu.br.

e a forma como se deu o desenvolvimento do comportamento humano e da consciência, forma essa vinda de uma única teoria que não sobrepujasse as ideias já existentes [1]. Para tanto, neste trabalho, atentou-se para as vivências cotidianas dos alunos, bem como seu desenvolvimento ao longo do processo de aprendizagem.

Para Vygotsky, o pensamento não se exprime na palavra, mas nela se realiza [2]. As pessoas aprendem à medida que interagem e modificam o meio, e o meio modifica as pessoas à medida que é modificado. A linguagem se conecta com o pensamento e a escrita tem uma relevância fundamental para o desenvolvimento do indivíduo.

A psicologia clássica diz que a imitação no processo de aprendizagem é um ato mecânico e sem significado. No entanto, Vygotsky afirma que uma pessoa só consegue imitar aquilo que está no seu nível de desenvolvimento [2]. Em outras palavras, uma criança que apresenta dificuldades para resolver um problema, ao observar o professor ou seu colega de sala resolvendo, poderá captar a solução e desenvolvê-la de maneira semelhante. Assim, percebe-se que a imitação não é a cópia idêntica do que se presenciou, mas sim um fazer equivalente, em que estão presentes as diferenças intrínsecas provenientes do senso comum sistematizado nas relações sócio-históricas do sujeito, ou seja, a criança vai imitar, mas com feição própria.

Segundo Oliveira [3], o funcionamento psíquico/psicológico não está pronto previamente e a interação social se dá principalmente pela troca mediada. Isso quer dizer que a conversão de relações sociais em funções mentais superiores não é direta, mas sim mediada.

Com relação aos instrumentos, são encarados como elementos que podem ser utilizados para a realização de alguma tarefa. Vinculados a eles existem os signos, detentores de significados ligados internamente à atividade psicológica do indivíduo, um instrumento mediador que auxilia nos processos de desenvolvimento das funções mentais superiores [1]. O uso de um instrumento só tem significado pedagógico quando lhe atribuem um significado ou importância, um signo. A mediação foi proporcionada por materiais concretos

entregues aos alunos, apetrechos didáticos providos de significados científicos voltados ao estudo dos gases perfeitos e da termodinâmica.

O valor do uso da linguagem implica no que Vygotsky chama de pensamento generalizante [3]. É nessa função que se atribui significado a determinado fenômeno, perfazendo caminhos tão próximos que fica difícil identificar se a compreensão tem origem na fala ou no pensamento.

2.1. Atividades experimentais

O ensino das ciências ainda carece da construção de conhecimento significativo na formação discente [4]. Essa

A mediação foi proporcionada por materiais concretos entregues aos alunos, apetrechos didáticos providos de significados científicos voltados ao estudo dos gases perfeitos e da termodinâmica

ideia é corroborada por autores [5-8] que asseguram que as atividades experimentais dificilmente são empregadas no contexto escolar pelos professores brasileiros. Pesquisas [6, 9-12], dizem que os

motivos para isso são: a indisponibilidade de material didático, aliada ao grande número de alunos em sala de aula; a exiguidade instrumental na formação acadêmica docente; restrições impostas ao contexto escolar, como falta de laboratórios e tempo para as aulas; inexistência de técnico de laboratório de física; a falta de articulação do currículo escolar com as atividades experimentais; falta de tempo para as aulas práticas serem preparadas e testadas; carências de recursos financeiros, e a não reposição de materiais danificados.

Estudos [13-15] enfatizam que o laboratório didático para o ensino de física está dirigido à repetição. Dessa forma, transfere-se o método experimental do cientista para uma atividade que deveria apresentar flexibilidade, criatividade, participação, interpretação e imaginação dos estudantes.

É necessário ultrapassar a visão de que o experimento do cientista deva ser igual à atividade experimental didática. Tal atividade pode ser ampliada, enriquecida, obtendo a função de favorecer o conhecimento dos alunos, associando, sempre que possível, o cotidiano, traduzindo os fenômenos trabalhados na re-

alidade discente [1]. Cabem ainda ações como a manipulação dos equipamentos, observações, sugestões, reflexões, discussões e documentação escrita das ideias emergentes das atividades, ampliando o conhecimento e fazendo com que os alunos o relacionem a sua maneira de ver o mundo [16].

Hodson [17] menciona outra função das atividades experimentais no universo pedagógico; o cognitivo nesses casos pode ser favorecido pelo estímulo da confiança e da autoestima dos alunos, mostrando que eles podem manipular e controlar eventos, investigar e solucionar problemas.

2.2. Utilização de tecnologias da informação e comunicação (TICs)

Com relação às tecnologias da informação e comunicação (TICs), Bunge [18] diz que se trata do campo de conhecimento relativo ao desenho de artefatos e à planificação da sua realização, operação, ajuste, manutenção e monitoramento na perspectiva do conhecimento científico. Volman e Van Eck [19] complementam dizendo que as aplicações computacionais e os artefatos tecnológicos tratam de sistemas multimídia e de simulação, ferramentas de resolução de problemas e ambientes virtuais que estimulam as interações aluno-aluno e aluno-professor.

Para Bennett e cols. [20], os novos estudantes, conhecidos como “nativos digitais” ou “geração conectada”, aprendem a partir de experiências, são proficientes em multitarefas e dependem de

É necessário ultrapassar a visão de que o experimento do cientista deva ser igual à atividade experimental didática. Tal atividade pode ser ampliada, enriquecida, obtendo a função de favorecer o conhecimento dos alunos

tecnologias de comunicação para se conectarem com outras pessoas. Prensky [21, p.1] completa essa ideia dizendo que “os alunos sofreram mudanças radicais e não são mais as pessoas que o sistema educacional foi modelado para ensinar”.

Pesquisas [22-28] indicam que as tecnologias digitais no ensino de física estão direcionadas para uso de simuladores virtuais, aquisição de dados por meio de conjuntos de componentes lógicos e processamento de dados, para a modelagem com simuladores virtuais e para a realidade virtual. Isso leva a refletir [29] que é preciso ser crítico em relação a utilização e expectativa com as tecnologias. Assim, as inovações tecnológicas servem de complemento às explicações verbais [30]. Esse aspecto ino-

vador coloca os alunos e professores frente a um processo educativo semelhante a hipertextos, poderoso instrumento propiciando que o aprendiz, através da colaboração, entenda cientificamente o assunto trabalhado [31-32]. Tal realidade [33] estimula a imaginação, a percepção e a criatividade. Favorecer processos interativos e cooperativos de ensino e aprendizagem, estimulando o raciocínio, novas habilidades, a criatividade e o pensamento reflexivo, a

O diferencial nesse momento foi o processo de mediação, uma aprendizagem interacionista, pois, ao ser levantada uma dúvida, os próprios colegas auxiliavam na resposta

autoria e a autonomia do estudante [34]. O uso de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), neste trabalho, vai ao encontro do que diz Lévy [35], que a simulação computacional permite a exploração de atividades mais sofisticadas e complexas com a utilização modelos que representam um mecanismo real. Atribui-se, assim, um novo caráter instrucional, um elemento que Vygotsky chama de caráter mediador na perspectiva histórico-cultural. Trata-se de uma ferramenta que relaciona a natureza com o homem, proporcionando que os alunos tenham contato com a mediação simbólica e compartilhando de um sistema de representação da realidade. A utilização das TICs proporciona um ambiente dinamizado para todos os envolvidos no processo da reconstrução do conhecimento [36].

De modo geral, entende-se que as atividades de simulação virtual e experimentais concretas são recursos que se complementam quando orientados por uma correta metodologia de ensino. A seguir, vamos detalhar as atividades elaboradas para guiar a construção da sequência didática aplicada aos sujeitos da análise em questão.

3. Descrição

O trabalho aqui descrito ocorreu no período total de 6 horas/aula, aplicados em três semanas. Foram trabalhados os conteúdos dos gases ideais e da primeira lei da termodinâmica, ramo da física que estuda as transformações gasosas, suas propriedades e conservações. Procurou-se utilizar metodologias de aula variadas, na tentativa de promover a participação do aluno. As duas últimas semanas dedicaram-se às oficinas. Para tanto, além do uso de atividades experimentais de baixo custo, fomentaram-se discussões de exemplos cotidianos, au-

las dialogadas com o auxílio de mídias digitais e, quando necessário, aulas positivas preenchiam algumas lacunas conceituais [37].

Cabe salientar ainda a dificuldade em conseguir que os alunos estudassem em casa. O conceito de sala de aula invertida traz a premissa de que eles deveriam estudar e vir para a aula simplesmente para tirar dúvidas, fato este não alcançado nesse trabalho.

Dessa forma, uma semana foi selecionada para esclarecimento de dúvidas remanescentes a respeito dos conceitos vistos em aula. O diferencial nesse momento foi o processo de mediação, uma aprendizagem interacionista, pois, ao ser levantada uma dúvida, os próprios colegas auxiliavam na resposta. Ao final, todos se reuniram para redigir anotações que poderiam ser utilizadas como material de consulta. Outra característica interessante foi que, ao término da aula, o professor recolheu todas as anotações dos alunos.

Na aula seguinte, as anotações foram devolvidas, porém de maneira aleatória, de forma que cada aluno fizesse uso das anotações de seus colegas durante a realização das atividades. Essa foi mais uma maneira de promover a interação.

3.1. Oficinas

A oficina I, denominada de circuito gasoso, teve início com a organização de pequenos grupos, de acordo com a proposta que Vygotsky caracteriza como interacionista, a fim de que eles pudessem colaborar em conjunto na construção do conhecimento adquirido.

Os alunos reuniram-se em cinco grupos compostos por quatro/cinco

membros; cada grupo recebeu um roteiro experimental, o qual designava o uso dos materiais fornecidos para a construção do experimento. A avaliação do roteiro deu-se pelo processo de construção, funcionamento e explicação da física envolvida nos fenômenos observados. A divisão dos experimentos por grupo está descrita na Tabela 1.

No decorrer da aula, os grupos realizaram a construção dos seus experimentos. Todos os experimentos eram de baixo custo, os materiais disponibilizados estão descritos no Apêndice deste artigo.

No processo de construção surgiram poucas dúvidas, pois o roteiro fornecido informava detalhadamente a forma como deveria ser desenvolvida a montagem dos experimentos (Fig. 1). No momento do funcionamento dos experimentos, houve discussões sobre os conceitos físicos inerentes aos fenômenos, quando se pôde observar o papel da mediação em sala. Ao final de cada roteiro havia algumas questões de cunho conceitual, descritas mais adiante,

Ao final de cada roteiro havia algumas questões de cunho conceitual, descritas mais adiante, a serem respondidas pelos componentes dos grupos, a fim de auxiliá-los nas suas apresentações aos demais colegas

a serem respondidas pelos componentes dos grupos, a fim de auxiliá-los nas suas apresentações aos demais colegas.

Após a construção, os alunos tinham a tarefa de fazer o experimento funcionar de acordo

com as instruções descritas no roteiro. As explicações físicas impregnadas nos experimentos continham inúmeros conceitos relacionados ao estudo dos gases. Atingido o objetivo do funcionamento, foi registrado o fenômeno e, na sequência, os alunos reuniram-se em seus respectivos grupos para iniciar a logística da apresentação (Fig. 2). Foi estipulado um tempo de 15 minutos para elaborarem a forma de apresentar.

O grupo 1, que construiu o “Tobogã de gás”, teve dificuldade em fazer o experimento funcionar, pois de fato exigia cautela e paciência. O grupo destacou as dificuldades operacionais encontra-

Tabela 1: Divisão de experimentos por grupo.

Grupo	Experimento
Grupo 1	Tobogã de gás
Grupo 2	Sugando a água com uma vela
Grupo 3	Nuvem na Garrafa
Grupo 4	Enchendo o balão
Grupo 5	Primeira lei da termodinâmica



Figura 1 - Construção dos experimentos.

das na construção: vedar bem as uniões das garrafas PET para o gás não escapar e transferir corretamente o gás proveniente da mistura de vinagre com bicarbonato de sódio do recipiente para o tobogã. Após relatarem as dificuldades para o grande grupo, eles fizeram a justificativa de cada material utilizado e a explanação dos conceitos físicos presentes no experimento. O objetivo do experimento desse grupo era apagar a chama de uma vela apenas com o gás formado pela mistura do vinagre e bicarbonato de sódio, fazendo com que o gás “escorregasse” pelo tobogã construído com garrafas PET, chegando à extremidade onde se encontrava a vela acesa.

As perguntas propostas para reflexão acerca da atividade foram:

- Qual o gás formado pela mistura do bicarbonato de sódio e do vinagre?
- Onde podemos encontrar esse gás em nosso dia a dia?
- Por que foi necessário tampar a mistura logo após ser realizada?
- Por que o gás apaga o fogo?

O gás formado é o gás carbônico, mais denso do que ar, de modo que se pode dizer que ele se comporta como líquido na transferência de um recipiente para outro. Como o gás carbônico afasta o oxigênio na região que está queimando, ele apaga o fogo. Com relação à última pergunta, os alunos não sabiam a resposta, porém, com o auxílio

da internet nos seus *smartphones*, conseguiram obter as respostas facilmente.

Em seguida, o grupo 4 apresentou informações além do que haviam visto em sala, pois também realizaram uma pesquisa em seus *smartphones*. Exemplo de informação apresentada: o processo químico dos elementos envolvidos na mistura utilizada para execução do experimento “Enchendo o Balão”.

As perguntas propostas para reflexão acerca da atividade foram:

- O que aconteceu com o volume e a pressão interna dos balões em cada garrafa?
- Qual o gás formado pela mistura do bicarbonato de sódio e do vinagre?

Essa prática tinha por objetivo verificar o porquê de o volume do balão aumentar proporcionalmente à quantidade de bicarbonato de sódio despejado dentro da garrafa contendo vinagre e qual a relação do volume com a pressão interna. Primeiramente, os alunos fizeram a suposição errônea de que os balões mais cheios de gás teriam maior pressão interna. Porém, orientados pelo estagiário a reverem a resposta, após analisarem suas anotações, o grupo chegou à conclusão de que a pressão interna era igual em todos os balões, fato causado pela variação do volume.

Dando sequência às apresentações, o grupo cinco descreveu sua experiência no desenvolvimento da prática. A primeira lei da termodinâmica tem por objetivo nos mostrar a variação de energia interna de um sistema quando submetido a diferentes situações.

As perguntas propostas para reflexão acerca da atividade foram:

- O que ocorre com a temperatura do gás presente na garrafa?
- O que acontece com a energia interna do gás dentro da garrafa?
- O gás sofre ou realiza trabalho nesse experimento?

No caso desse experimento, a execução foi simples. Houve o aquecimento da água, que em seguida foi colocada dentro de uma garrafa PET. A garrafa foi mergulhada num recipiente contendo água fria. Observou-se que nada ocorreu nessa primeira situação. Depois, a água quente foi retirada da garrafa e a garrafa, fechada, conservando o vapor de água quente no interior e, novamente, foi mergulhada no recipiente contendo água fria. O fenômeno observado nesse segundo processo foi a diferença de pressão dentro e fora da garrafa, fazendo com que ela fosse esmagada. Tanto a energia interna quanto a temperatura sofreram redução,



Figura 2 - Funcionamento dos experimentos.

Apêndice: Plano de Atividades Experimentais

Roteiro: Circuito Gasoso

Metodologia

A presente prática consiste na formação de 5 grupos para a construção dos seguintes experimentos:

- Tobogã de gás;
- Sugando a água com uma vela;
- Nuvem na garrafa;
- Enchendo o balão;
- Primeira lei da termodinâmica;

Após a conclusão de cada experimento, os grupos farão a execução dos mesmos, e na sequência apresentarão para o restante da turma.

Objetivo

Realizar a construção de cada um dos experimentos acima citados, podendo trocar ideias e materiais com os demais colegas, bem como pedir auxílio ao professor para a realização da tarefa.

Recursos didáticos (materiais)

- Bomba de encher bola;
- Vela;
- Álcool;
- Vinagre;
- Bexiga (balão);
- Bicarbonato de sódio;
- Fita Adesiva;
- Fósforo;
- Canetão;
- Prato fundo;
- Tesoura;
- Corante;
- Água;
- Garrafa de vidro.

Experimentos

Tobogã de gás - construção

Materiais necessários:

- Vela
- Vinagre
- Bicarbonato de sódio
- Fósforo
- Garrafas PET (2 L)
- Garrafas PET (500 mL)
- Fita Durex

Para executar:

- Cortar a parte de baixo de uma garrafa pequena (500 mL);
- Marcar dois furos na garrafa grande utilizando a parte retirada;
- Esses furos servirão para ela atravessar uma das garrafas grandes (2 L).

- Depois, cortar mais 4 garrafinhas e encaixar uma na outra formando um túnel, que passará pela garrafa grande (se necessário utilize fita adesiva para fixar as garrafas).
- Utilizando o fundo de uma das garrafinhas, fixe uma vela, de forma que ela fique posicionada ao final do tobogã construído (a chama da vela precisa estar na altura do final do tubo).
- Retire o gargalo de uma garrafa grande e de uma pequena, utilize ambas como recipiente, tome cuidado para que fique um corte reto.
- Adicione, então, ao seu recipiente menor duas colheres de bicarbonato de sódio e em seguida o vinagre, até parar de saírem bolhas.
- Tampe o recipiente contendo essa mistura com uma folha de caderno, para conservar o gás liberado pela mesma.
- Posicione o tobogã com a vela próximo à mistura realizada.
- Agora, faça uma espécie de transferência deste gás conservado na garrafa pequena, para a garrafa maior, sem o líquido, somente o gás, e tampe em seguida para que não se perca.
- Acenda a vela com o fósforo.
- Com cuidado, leve o recipiente contendo o gás, ainda tampado, ao topo do tobogã, e despeje-o dentro do tubo, tomando cuidado para não perder moléculas.
- O gás deverá atravessar o tubo chegando até a chama da vela, e esta irá se apagar.

Sugando a água com uma vela

Materiais necessários:

- Água
- Vela
- Prato fundo
- Garrafa de vidro
- Corante
- Fósforo
- Garrafa PET

Para executar:

- Fixar a vela no centro do prato com auxílio de um fósforo. Não vá se queimar!
- Retire o gargalo de uma garrafa PET e utilize a mesma como recipiente para armazenar água.
- Despeje algumas gotas de corante, dentro do recipiente até que a água fique suficientemente colorida.
- Despeje a água colorida no prato contendo a vela.

- Acenda a vela com o auxílio do fósforo.
- Coloque a garrafa de vidro encima da vela acesa, de modo que a vela fique dentro da garrafa.

Nuvem na garrafa

Materiais necessários:

- Garrafa PET (2 L)
- Uma rolha
- Bomba de encher bola
- Álcool

Para execução:

- Fure a rolha com a agulha da bomba de encher bola, até o furo atravessar a rolha.
- Adicione uma tampa de álcool dentro da garrafa PET.
- Agite a garrafa contendo o álcool por volta de 30 s, até todo conteúdo evaporar.
- Tampe a garrafa com a rolha já fixada na bomba de encher bola.
- “Encha” a garrafa com a bomba devagar, tomando cuidado para a rolha não saltar da garrafa.
- Quando a garrafa já estiver firme, devido a inserção de ar, pare de bombear.
- Sem tirar a bomba da rolha, retire a rolha da garrafa.
- Observe o que ocorreu e anote.
- Tampe novamente a garrafa com a rolha presa à bomba, e bombeie ar pra dentro da garrafa antes da nuvem se dispersar.
- Observe o que ocorreu e anote.

Enchendo o balão

Materiais utilizados:

- Bexiga (balão)
- Vinagre
- Bicarbonato de sódio
- Garrafas PET (500 mL)

Para execução:

- Separe quatro garrafas PET (500 mL).
- Tire a tampa de todas as garrafas e adicione bicarbonato de sódio nas quatro tampinhas.
- Corte o gargalo de uma quinta garrafa que não foi separada para o experimento, e utilize o gargalo como funil.
- Certifique-se que bexiga não está furada.
- Posicione a bexiga (balão) no bico do funil e despeje o bicarbonato de sódio dentro dela. Faça isso para quatro bexigas.

- Adicione medidas diferenciadas de vinagre dentro das quatro garrafas. Podendo medir 1 tampa de vinagre para a primeira garrafa, 3 tampas para a segunda, 6 para a terceira, e 9 para a quarta garrafa.
- Com cuidado, coloque a bexiga fixada no bico da garrafa PET sem deixar cair o bicarbonato dentro da garrafa.
- Faça isso para as quatro bexigas, nas quatro garrafas.
- Começando da garrafa com menor quantidade de vinagre, vire a bexiga

para que todo o bicarbonato caia dentro da garrafa, faça para todas as garrafas.

- Se necessário agite a garrafa para misturar bem os ingredientes.

Primeira lei da termodinâmica

Materiais necessários:

- Água (quente e fria)
- Garrafa PET

Para execução:

- Aqueça água até que entre em ebulição.

- Em outro recipiente, mantenha água fria.
- Encha a garrafa com água quente, tampe e em seguida mergulhe no recipiente contendo água fria.
- Anote o ocorrido.
- Agora retire a água quente da garrafa, com cuidado, e tampe novamente, antes que saia o vapor de dentro.
- Mergulhe no recipiente contendo água fria.
- Anote o ocorrido.

mostrando que o trabalho atuou sobre o sistema. Com linguajar não científico, os alunos conseguiram responder às questões de maneira correta, como segue:

- A água esfriou a garrafa.

- O ar esmagou a garrafa apertando a garrafa para dentro.

O estagiário, percebendo que houve o entendimento do fenômeno, recomendou que fossem utilizados os termos científicos nas respostas, auxiliando-os nessa transposição de forma explicativa.

O experimento do grupo 2 foi o terceiro a ser apresentado. Nessa prática, os alunos tinham por objetivo fazer com que a garrafa sugasse a água colorida contida no prato.

As perguntas propostas para reflexão acerca da atividade foram:

- Por que a chama da vela diminui?

- O que acontece com a pressão do gás dentro da garrafa?

- Por que a água entra na garrafa?

Foi colocada a garrafa sobre uma vela acesa para que o oxigênio dentro dela fosse queimado, deixando a pressão no seu interior muito baixa. Dessa forma, a pressão externa empurrou a água para dentro da garrafa. O grupo relatou que já havia visto a apresentação desse experimento em uma feira científica e que não tiveram dificuldade para realizá-lo.

Com relação às repostas, eles afirmaram que:

- O fogo apaga porque acaba o ar.

- A pressão dentro da garrafa diminui, por isso a água é “chupada” para

dentro.

O estagiário, percebendo que houve nesse grupo o ocorrido no grupo anterior, agiu da mesma maneira, solicitando que encontrassem os termos científicos para resposta.

Para finalizar, o grupo 3 explicou o funcionamento do experimento por eles construído. Nesse experimento, uma nuvem se formou dentro de uma garrafa PET. O procedimento foi agitar uma quantidade de álcool até sua evaporação completa, tornando-se uma substância gasosa dentro da garrafa. A seguir, a garrafa foi lacrada com uma rolha, que continha uma bomba de encher bola.

As perguntas propostas para reflexão acerca da atividade foram:

- O que acontece com a pressão e a temperatura dentro da garrafa quando injetado ar?

- Por que a nuvem se forma ao se retirar a rolha?

- Por que foi usado álcool em vez de água?

- Por que a nuvem some quando é injetado ar novamente na garrafa?

Com relação às repostas, eles afirmaram que:

- Quanto mais a gente coloca ar dentro da garrafa, mais dura ela fica, mais tem pressão.

- Quando a gente encheu a garrafa, eu senti que ela esquentou ou pouquinho.

- O álcool é mais rápido que a água, eu já passei no meu braço e sumiu rapidamente.

Ao bombear ar para o interior da garrafa, a pressão interna do sistema aumentou, juntamente com a energia

Ao final das atividades práticas, notou-se de modo geral que os objetivos traçados haviam sido atingidos, pois os alunos conseguiram construir os equipamentos e relacionar os conceitos estudados em sala, utilizando-se da fala oriunda do seu senso comum

interna. Ao retirar a rolha, a pressão interna busca se igualar com a pressão externa e a temperatura dentro da garrafa diminui, fazendo com que o gás formado pelo álcool se condense em pequeníssimas gotículas, parecendo uma nuvem. Os alunos, ao seu modo, perceberam isso, porém, com relação à formação da nuvem, não souberam responder. O professor explicou o motivo verbalmente para que pudessem seguir com a atividade.

Ao final das atividades práticas, notou-se de modo geral que os objetivos traçados haviam sido atingidos, pois os alunos conseguiram construir os equipamentos e relacionar os conceitos estudados em sala, utilizando-se da fala oriunda do seu senso comum.

Para a oficina II, foi utilizado o simulador “Propriedades dos Gases” (Fig. 3) Phet Colorado [38], contendo ferramentas para variação de pressão, volume e temperatura, a fim de verificar os diferentes comportamentos dos gases, alternando suas variáveis de estado.

Foi solicitado aos alunos que levassem cinco notebooks e assim se organizassem em cinco grupos, para que pu-

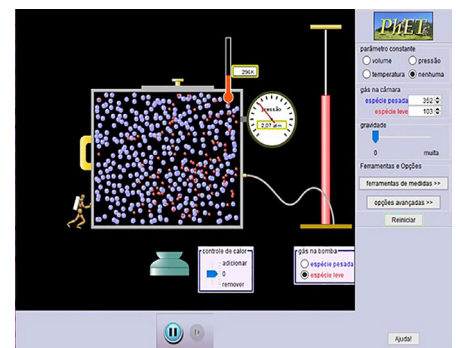


Figura 3 - Simulador propriedades dos gases. Fonte: Ref. [38].

dessem realizar o experimento. No primeiro momento, receberam um roteiro experimental onde estavam descritos todos os passos que deveriam realizar para a execução da atividade, inteiramente virtual, em que os alunos manusearam uma simulação proveniente de um programa obtido on-line. Os aplicativos disponíveis no site do Phet Colorado são de grande utilidade para demonstrações práticas a respeito de determinados conceitos físicos.

Segue a primeira questão do roteiro:

- Interaja com o aplicativo da forma que achar pertinente. Conheça todas as suas ferramentas e veja o comportamento do gás e suas variáveis de estado.

Dessa forma, a utilização do programa virtual emerge como uma proposta inovadora, permitindo aos alunos utilizarem o que Vygotsky chama de internalização, processo que ocorre individualmente em cada sujeito. Segundo Bentes [39], para permitir que a consciência se constitua por meio da internalização é preciso que haja um sentido significativo no que é produzido/executado pelo sujeito. Sendo assim, essa oficina proporcionou a execução de um experimento virtual, fazendo uso do instrumento como mediador do conhecimento (computador), manuseado livremente pelo aluno, promovendo o aprendizado não linear e respeitando o nível de desenvolvimento de cada um (Fig. 4).

Seguindo, a segunda questão pede que:

- Busque compreender como se dá o estudo dos gases ideais através do protótipo experimental virtual, descrevendo o que ocorre ao se variar o volume, a pressão e a temperatura.

À vista disso, Vygotsky indica que o processo de internalização é uma ação que contém significado para o aluno; e que ele está interpretando remete à ideia conceitual de um determinado conteúdo (gases ideais).

Para a realização do roteiro, os alunos puderam fazer uso de todo o material anotado nas aulas anteriores, bem como compartilhar seus conhecimentos com os colegas.

A solução de problemas e/ou execução de uma atividade sob a orientação de um adulto ou com a colaboração de companheiros mais capazes está presente no que Vygotsky chama de zona de desenvolvimento proximal, fase intermediária de passagem para a zona de desenvolvimento potencial de um sujeito [3]. Dessa forma, o aluno está desenvolvendo sua aprendizagem fazendo uso do conhecimento adquirido e

relacionando-o com o contexto que o rodeia.

Dessa forma, o aluno está desenvolvendo sua aprendizagem fazendo uso do conhecimento adquirido e relacionando-o com o contexto que o rodeia

relacionando-o com o contexto que o rodeia.

4. Resultados e discussões

Durante as aulas, mostrou-se muito profícuo o uso da imitação [2], aplicada por meio de um nível de linguagem acessível ao discente, tanto na fala quanto na escrita, que promoveu a participação ativa nas atividades propostas e nas discussões.

Analisando as observações feitas durante as aulas, ficou evidente que o esforço em promover a interação auxiliou na superação dos obstáculos cogni-

O ensino das ciências, mais do que reproduzir experimentos ou copiar práticas, é uma aproximação do mundo real (contexto, cotidiano e teoria), analisando os fenômenos, integrando e interagindo para produzir conceitos

tivos apresentados pelos alunos, pois mesmo os que por algum motivo não concretizavam as tarefas em tempo hábil conseguiram avançar nas interpretações das relações das grandezas físicas envolvidas.

Na primeira oficina, enquanto os grupos desenvolviam a construção dos aparatos, ficou claro que eles não dominavam a relação da prática com o conceitual, fato presenciando no grupo 1, cujos alunos não sabiam por que o gás carbônico apaga o fogo e no grupo 4, que fez a suposição errônea de que os balões mais cheios de gás teriam maior pressão interna. Porém, após pesquisarem e analisarem suas anotações, eles chegaram à conclusão correta.

Em outros casos, os alunos responderam corretamente, porém usando a linguagem não científica, como fez o grupo 5, ao explicar os fenômenos inerentes ao experimento da primeira lei da termodinâmica, e o grupo 2, ao falar da vela sugando água. Percebe-se, assim, que eles entenderam os conceitos, mas não se apropriaram da linguagem científica.

Em raras ocasiões, como no caso do grupo 3, que trabalhou com o surgimento da nuvem na garrafa, os alunos não souberam responder. O fato sugere que a questão estava acima do nível de desenvolvimento dos estudantes. Nesse caso, o professor realizou a explicação

de forma verbal, procurando atrelar prática e teoria.

O ensino das ciências, mais do que reproduzir experimentos ou copiar práticas, é uma aproximação do mundo real (contexto, cotidiano e teoria), analisando os

fenômenos, integrando e interagindo para produzir conceitos.

Durante a segunda oficina, os alunos ficaram livres para interagir e fazer suas proposições baseadas no experimento virtual. O envolvimento discente foi o diferencial nessa atividade, motivada pela liberdade pedagógica vinculada a sua proposta original. A prática docente, bem como a utilização dessas oficinas experimentais, teve caráter crucial para a reintegração social dos alunos e apresentou indícios de auxílio na reconstrução dos saberes científicos dos alunos. Por fim, a forma diversificada e dinâmica atribuída às aulas permitiu fugir do método engessado e tradi-



Figura 4 - Alunos desenvolvendo atividade virtual.

cionalmente enraizado.

5. Considerações finais

As relações docentes e a aplicação de oficinas tiveram como base os princípios da teoria interacionista de Vygotsky. A utilização de instrumentos para a realização das práticas promoveu uma abordagem contextualizada dos conceitos repassados pelo professor estagiário e a mobilização dos conceitos científicos; atrelada ao debate em sala, ressaltou a importância dos instrumentos como facilitadores de uma aprendizagem mediada.

Através da docência, entre outros recursos didáticos, como a utilização de softwares educacionais disponibilizados pelo site Phet Colorado, foi possível demonstrar aos estudantes alguns tópicos fundamentais relacionados aos conteúdos vistos teoricamente em aula. O uso da experimentação mostrou-se uma metodologia produtiva e eficaz para o aprendizado dos alunos. Notaram-se motivação e engajamento durante a realização da prática e após sua realização. Percebeu-se também que os alunos atribuíram significado aos conceitos até então estudados.

Os resultados avaliativos mostraram-se satisfatórios ao final da prática, pois foi possível perceber o desenvolvimento contextual dos alunos e, principalmente, um avanço no relacionamento entre colegas, o que era uma grande dificuldade inicialmente. Foi possível verificar alguns elementos necessários para se ministrar uma sequência didática para o estudo de gases perfeitos e primeira lei da termodinâmica, com mediação de instrumentos e signos. Houve a promoção de motivação, engajamento e imitação, pelo uso de uma linguagem acessível ao discente que, tanto na fala quanto na escrita, mos-

trou-se potencialmente significativa.

Através das atividades desenvolvidas foi possível cumprir o objetivo de trabalhar com os alunos o conteúdo de gases ideais, adentrando também o conceito da primeira lei da termodinâmica. As aulas desenvolveram-se de forma harmoniosa e produtiva. A ideia de apresentar aos alunos o conteúdo associado ao cotidiano foi adotada desde a primeira aula e mostrou-se eficaz no sentido de prender a atenção da turma na ocorrência das explicações.

A avaliação utilizada visa à qualidade do aprendizado, bem como dos processos educacionais de forma geral. O mesmo ocorre com a perspectiva da avaliação recursiva, em que os alunos não têm interesse em estudar a fim de compreender aquilo que haviam sentido dificuldade em aprender e/ou melhorar seu desempenho.

Nesse sentido, foi possível compreender o processo de avaliação escolar não como um fim, mas como um dos meios para a efetivação da aprendizagem. Nessa perspectiva, as principais considerações a serem feitas são de que os alunos são inseridos em um sistema de avaliação que busca primeiramente o resultado, isto é, a nota final obtida por uma avaliação. Notam-se muitas dificuldades em compreender a avaliação de uma forma diferente da tradicional. Sendo assim, a forma avaliativa empregada neste trabalho priorizou o processo da reconstrução do conhecimento na área que Vygotsky denomina zona de desenvolvimento proximal (ZDP).

O exercício da docência possibilitou não apenas uma inserção no ambiente escolar, mas também o conhecimento da rotina da turma em que foram desenvolvidas as atividades. Também foi possível ter a percepção dos vários dilemas que o professor enfrenta em sua profissão, como, por exemplo, ocasiões em que se descobre “de última hora” que não poderá lecionar a aula que já havia programado e “todo o seu planejamento vai por água abaixo”.

Em relação à oficina, a expectativa foi alcançada frente aos objetivos que repercutiram nos sujeitos dessa pesquisa, os alunos, que tiveram ótima participação. Eles aproveitaram a oportunidade para aprofundar as relações envolvidas com o conhecimento e fazer conexões com as aplicações do cotidiano.

Como sugestão de continuar este trabalho, seria de muito bom proveito se houvesse pesquisas voltadas a enten-

der como aliar as inovações propostas nas pesquisas à prática docente no contexto escolar. Como driblar o fato de os professores não terem tempo hábil para desenvolver atividades no laboratório e apresentar situações de aplicação, fato que repercutiria em uma formação do saber mais construtiva e clara para os discentes, favorecendo a concepção de uma sociedade capaz de discernir entre o certo e o errado, reduzindo o analfabetismo científico-tecnológico.

Recebido em: 2 de Maio de 2020

Aceito em: 26 de Agosto de 2020

Seria de muito bom proveito se houvesse pesquisas voltadas a entender como aliar as inovações propostas nas pesquisas à prática docente no contexto escolar. Como driblar o fato de os professores não terem tempo hábil para desenvolver atividades no laboratório e apresentar situações de aplicação

Referências

- [1] C.T.W. Da Rosa, A.B. Da Rosa, Revista Ibero Americana, **6**, 1 (2004).
- [2] L.S. Vigotski, *A Formação Social da Mente: O Desenvolvimento dos Processos Psicológicos Superiores* (Martins Fontes, São Paulo, 2007), v. 1, p. 182.
- [3] S.L. Oliveira, *Tratado de Metodologia Científica* (Pioneira, São Paulo, 1997), v. 2, p. 319.
- [4] E.K. Takahashi, D.C. Cardoso, Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, **11**, 185 (2011).
- [5] C.E. Laburú, M.A. Barros, B.G. Kanbach, Investigações em Ensino de Ciências, **12**, 305 (2016).
- [6] O.F. Pessoa, R. Gevertz, A.G. Silva, *Como Ensinar Ciências* (Editora Nacional, São Paulo, 1985), v. 1, p. 220.
- [7] M.C. Galiazzi e cols., *Ciência & Educação*, **7**, 249 (2001).
- [8] M. Giordan, *Química Nova na Escola*, **10**, 43 (1999).
- [9] C.C. Tsai, *International Journal of Science Education*, **25**, 847 (2003).
- [10] H. Richoux, D. Beauflis, *Enseñanza de las Ciencias*, **21**, 95 (2003).
- [11] S. García Barros, C. Martínez losada, M. Mondelo Alonso, *Enseñanza de las Ciencias*, **13**, 203 (1995).
- [12] A.T. Borges, *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, **19**, 291 (2002).
- [13] J.P. Alves Filho, *Atividades Experimentais: Do Método à Prática Construtivista*. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, 2000.

- [14] J.P. Astolfi, A. Vérin, B. Peterfalv, M.J. Figueiredo, *Como as Crianças Aprendem as Ciências* (Instituto Piaget, São Paulo, 1998) v. 1, p. 310.
- [15] M. Giordan, *International Journal of Science Education*, **26**, 1875 (2004).
- [16] A. de. Carvalho, A. Vannuchi, M. Barros, *Ciências no Ensino Fundamental: O Conhecimento Físico. Pensamento e Ação no Magistério* (Sci-pione, São Paulo, 1998), v. 1, p. 56.
- [17] D. Hodson, *Enseñanza de Las Ciencias*, **12**, 299 (1994).
- [18] M.A. Bunge, *Racionalidad y Realismo* (Alianza Universidad, São Paulo, 1985), v. 1, p. 191.
- [19] M. Volman, E. Van Eck, *Review of Educational Research*, **71**, 613 (2001).
- [20] S. Bennett, K. Maton, L. Kervin, *British Journal of Educational Technology*, **39**, 775 (2008).
- [21] M. Prensky, *On the Horizon*, **9**, 45 (2001).
- [22] V. Heckler, M.F.O. de Saraiva, K.S. de Oliveira Filho, *Revista Brasileira de Ensino de Física*, **29**, 267 (2007).
- [23] C. Fiolhais, J. Trindade, *Revista Brasileira de Ensino de Física*, **25**, 259 (2003).
- [24] R. Haag, I.S. Araujo, E.A. Veit, *Física na Escola*, **6**(1), 69 (2005).
- [25] E.A. Veit, Teodoro, V.D, *Revista Brasileira de Ensino de Física*, **24**, 87 (2002).
- [26] B.V. Vaniel, V. Heckler, R.R. Araújo, in: *XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física* (SNEF, Manaus, 2011), p. 1.
- [27] H. Wu, Y. Hsu, F. Hwang, *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, **9**, 58 (2010).
- [28] C.D. Barbosa, N. D. N. Soares, M. L. das Chagas, F. C. L. Ferreira, *Scientia Plena* **13**(1), 1 (2017).
- [29] A. Medeiros, C. Medeiros, *Revista Brasileira de Ensino de Física*, **24**, 77 (2002).
- [30] L.J. Gonçalves, E.A. Veit, *Experiências em Ensino de Ciências*, **1**, 33 (2006).
- [31] M.T. Masetto, in: *Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica*, editado por J.M. Moran, M.T. Masetto, M. A. Beherens. (Papirus, Campinas, 2000).
- [32] M.R. Moreira, P.S. Riedel, S. de Moura Passarella, C. da Silva Ramos, *Terrae Didatica*, **8**, 102 (2015).
- [33] L.M.R. Tarouco, M.L.P. Konrath, M. J. S. Carvalho, B.G. Avila, *Revista Novas Tecnologias na Educação*, **4**, 1 (2006).
- [34] N.M.S. Araújo, F.R. Ribeiro, S.F. dos Santos, *Bakhtiniana: Revista de Estudos do Discurso* **7**, 4 (2012).
- [35] P. Lévy, *As Tecnologias da Inteligência: O Futuro do Pensamento na Era da Informática* (Editora 34, São Paulo, 1993), v. 1 p. 203.
- [36] F.L. Evangelista, L.T. Chaves, *Revista do Professor de Física* **3**(1), 177 (2019).
- [37] J.A. Rowell, *Synthese* **80**, 141 (1989).
- [38] Site PHET Colorado, https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/category/physics, acesso 21/09/2019.
- [39] J.L.N. Bentes, M. Piantkoski, *Conhecimento & Diversidade* **7**, 118 (2015).