

**ATIVIDADE DIDÁTICA BASEADA EM EXPERIMENTO:  
DISCUTINDO A IMPLEMENTAÇÃO DE UMA PROPOSTA INVESTIGATIVA  
PARA O ENSINO DE FÍSICA**

*Teaching Activity based Experiment: Discussing the Implementation of a Propose for  
Investigative Teaching Physics*

**Fernanda Sauzem Wesendonk** [fesauzem@hotmail.com]

**Letícia do Prado** [leticiadpd@gmail.com]

*Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciência, Universidade Estadual Paulista “Júlio de  
Mesquita Filho” - UNESP, Câmpus de Bauru, Av. Eng. Luiz Edmundo Carrijo Coube, 14-01  
17033-360 Bauru, São Paulo, Brasil.*

**RESUMO**

Este trabalho tem como objetivo contribuir com estudos sobre a elaboração e a implementação de uma proposta de atividade didática baseada em experimento de cunho investigativo. Diante disso, propõe-se a discussão das informações coletadas durante a aplicação de uma atividade cuja preocupação esteve centrada na utilização do experimento como um recurso didático e na investigação como uma estratégia didática. As informações coletadas se referem aos registros dos alunos e aos registros de observações elaborados pelas professoras implementadoras da atividade, ambos elaborados durante o desenvolvimento da aula. Pode-se concluir, com essa pesquisa, que os alunos se mostraram interessados durante as discussões iniciais e durante a realização da atividade. Por outro lado, foi possível perceber limitações na compreensão dos alunos sobre determinados elementos do campo conceitual da Física e suas dificuldades na elaboração de sínteses e de gráficos. Essas situações foram interpretadas como desafios pelas implementadoras, que buscaram explorar essas limitações de modo a superá-las.

**Palavras-chave:** Experimentação, Investigação, Física Térmica, Ensino Médio

**ABSTRACT**

This work aims to contribute to studies on the preparation and implementation of a proposed teaching activity based on investigative nature of the experiment. Therefore, it is proposed to discuss the information collected during the implementation of an activity whose concern was focused on the use of the experiment as a teaching resource and research as a teaching strategy. The information collected refer to records of students and records of observations prepared by teachers that implemented the activity, both prepared during the development of the lesson. It can be concluded, with this research, that the students showed themselves interested during the initial discussions and during the activity. On the other hand, was possible to notice limitations in the students' understanding of certain elements of the conceptual field of Physics and its difficulties in the preparation of summaries and graphs. These situations were interpreted by the teachers as challenges, who have sought to exploit these limitations in order to overcome them.

**Keywords:** Experimentation, Investigation, Thermal Physics, High School

**1. Introdução**

Os avanços tecnológicos e a forte incidência dos meios de comunicação e informação, juntamente com outras mudanças sociais e culturais estão mudando a sociedade

contemporânea, assim como a própria cultura de aprendizagem que evolui com essa sociedade. Para Pozo e Crespo (2009), estamos diante da sociedade da informação, do conhecimento múltiplo e da aprendizagem contínua.

A partir destas constatações podemos nos perguntar: Será que a escola, em particular o Ensino de Ciências, está preparado para essa nova sociedade?

Na Educação e, particularmente, na Educação em Ciências, a prática escolar é caracterizada como tradicional, isto é, baseada principalmente em um modelo de transmissão e recepção de conteúdos, afastando o aluno do processo de construção do conhecimento transformando-os em indivíduos incapazes de criar, de pensar reflexivamente, de construir conhecimentos novos e de reconstruir conhecimentos já sistematizados. (MORAES, 2007).

De modo a superar esses desafios da Educação, desde a década de 1990, iniciaram-se importantes reformas educacionais e de elaboração de orientações curriculares, como é o caso dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). Atualmente, essas reformas/orientações demandam uma formação dos indivíduos com maior autonomia e pensamento crítico, conforme consta na Lei de Diretrizes e Bases (LDB) 9394/96. Nesse sentido, faz-se necessário um ensino voltado para o desenvolvimento de *competências* e *habilidades* necessárias nessa formação que devem ser desenvolvidas nas diferentes etapas da Educação Básica, com a mediação do professor.

Tal situação demanda a realização de mudanças na forma de organização e de desenvolvimento das atividades realizadas na escola, de um modo geral, e do currículo da Educação Básica, de modo específico.

Particularmente, no Ensino de Ciências, diversas propostas de organização e desenvolvimento dos processos de ensino/aprendizagem/avaliação tem surgido. Dentre estas propostas encontra-se o ensino investigativo.

Segundo o levantamento feito por Parente (2012), o ensino investigativo é vasto e pode ser utilizado em diferentes situações, tais como o ensino por descobrimento dirigido, a investigação dirigida, a investigação orientada, o ensino por pesquisa, o educar pela pesquisa e a investigação escolar. Neste trabalho, usaremos como base o ensino por investigação escolar.

As atividades investigativas possibilitam que professor e aluno alcancem uma vasta gama de objetivos educacionais, uma vez que o caminho tomado pela atividade dependerá do percurso traçado durante os questionamentos do professor, sendo necessário um envolvimento do professor, do aluno, bem como o desenvolvimento da capacidade de reflexão, abstração, generalização, síntese e senso crítico (ARAÚJO e ABIB 2003).

Para Parente (2012), as principais características desse processo de ensino por investigação são: a seleção e a formulação de um problema; a formulação e a seleção de conjecturas ou hipóteses iniciais; o planejamento necessário para dar solução ao problema investigado; a execução do planejamento acordado; a preparação e análise dos dados obtidos; a expressão dos resultados; a conclusão do trabalho e, por fim, a comunicação para a formulação dos resultados da investigação.

Definimos, assim, como objetivo deste trabalho *contribuir com estudos sobre a elaboração e a implementação de uma proposta de Atividade Didática baseada em Experimento de cunho investigativo.*

## **2. PLANEJAMENTOS DIDÁTICO-PEDAGÓGICOS COMO UM INSTRUMENTO PARA ORIENTAR E PARA ACOMPANHAR O DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO DOCENTE**

Entendemos que o planejamento é *didático*, pois combina ações intencionalmente pensadas a serem realizadas para proporcionar a construção de um conjunto de elementos culturais selecionado, buscando a aprendizagem desses elementos e a formação da cidadania plena. E é *pedagógico* na medida em que está embasado, teórica e metodologicamente, nas teorizações/produções do campo da Pedagogia.

O planejamento didático-pedagógico,

[...] deve ser concebido, assumido e vivenciado no cotidiano da prática social docente, como um processo de reflexão. (FUSARI, 1998, p.45).

Esse termo ‘reflexão’ utilizado por Fusari (1998), não significa qualquer tipo de reflexão, mas sim algo crítico, articulado e rigoroso, de repensar, analisar com cuidado, revisar.

Faz-se importante destacar que planejamento didático-pedagógico é um instrumento diferente do tradicional Plano de Ensino. Esse último é apenas um documento elaborado pelo professor, o qual representa a sua proposta de trabalho para um determinado componente curricular, resultando, muitas vezes, em uma simples lista de conteúdos a serem ensinados em um ano letivo. O planejamento vai muito além, ele deve dar conta das seguintes indagações: Para que ensinar e aprender? O que ensinar e aprender? Como e com o que ensinar e aprender? Quando e onde ensinar e aprender? Como e o que foi efetivamente ensinado e aprendido?

Desse modo, esse instrumento é imprescindível para o trabalho do professor, uma vez que ele pode e deve servir para, além de uma orientação mais segura para o desenvolvimento das atividades docentes, também para que o professor realize processos de reflexão sobre sua prática pedagógica e sobre o desempenho de seus alunos perante as atividades propostas. (TERRAZZAN; SILVA; ZAMBON, 2009)

Durante a elaboração de planejamentos didático-pedagógicos, há quatro aspectos que são importantes de serem considerados<sup>1</sup>.

O primeiro aspecto refere-se à seleção de elementos conceituais de dada disciplina, levando em consideração o necessário equilíbrio entre importância relativa dentro dessa área disciplinar e relevância social para o contexto escolar específico. Diante do amplo número de conhecimentos construídos pela humanidade no âmbito da Ciência, faz-se imprescindível a seleção de determinados elementos do campo conceitual<sup>2</sup>, pois esses não poderiam ser

<sup>1</sup> Baseamo-nos fundamentalmente no artigo de autoria de Terrazzan; Silva; Zambon (2009).

<sup>2</sup> Consideramos como elementos do campo conceitual os conceitos/ leis/ modelos/ teorias/ processos/ fenômenos/ princípios de uma determinada área disciplinar acadêmica de referência.

tratados em sua totalidade no âmbito da Educação escolar.

O segundo aspecto, *especificação das aprendizagens esperadas durante a realização das Atividades Didáticas* previstas, deve estar relacionado a conteúdos de natureza distinta, ou seja, aprendizagens nos campos conceitual, procedimental e atitudinal, e articuladas mediante a formação de competências cognitivas e sociais.

É importante ressaltar que essas aprendizagens esperadas devem ser conhecidas também pelos alunos, isto é, o professor deve sempre comunicar a eles quais aprendizagens são esperadas em uma determinada atividade didática, uma vez que isso permite aos alunos tomar conhecimento tanto da finalidade de realizá-la, como do processo pelo qual precisam passar para construir determinados conhecimentos. O assunto tratado no planejamento deve propiciar aprendizagens derivadas de três modalidades de conteúdos curriculares, conforme apontam Pozo; Crespo (2009), a saber:

- **Campo conceitual:** Essa modalidade refere-se à aprendizagem de conceitos. Os conteúdos conceituais podem ser classificados em dois tipos: os fatos/dados e os conceitos. Os conceitos, por sua vez, admitem outra distinção, qual seja entre conceitos específicos e conceitos estruturantes ou princípios. Um dado/fato é definido como uma informação que afirma ou declara algo sobre o mundo. Os conceitos específicos são aqueles normalmente encontrados nas listas habituais de conteúdos conceituais. Já, os conceitos estruturantes ou princípios são mais gerais, envolvendo alto grau de abstração. Comumente tais conceitos subjazem à organização conceitual de uma área de conhecimento. Os conceitos estruturantes não podem ser entendidos, sem que se compreenda, em algum grau, a relação que mantêm com outros conceitos. A partir de um determinado conceito podemos relacionar características e explicar o que queremos determinar de um dado assunto.
- **Procedimental:** A aprendizagem de procedimentos envolve mais do que a compreensão, envolve um saber fazer. Há diferentes tipos de procedimentos, esses variam de práticas repetitivas (técnicas) até planejamentos (estratégias). Os procedimentos são concebidos como um conjunto de ações ordenadas orientadas à consecução de uma meta. Uma possível classificação de procedimentos é: adquirir nova informação, elaborar ou interpretar dados coletados, analisar e fazer interferências a partir desses dados, compreender e organizar conceitualmente a informação que recebe e saber comunicar os conhecimentos.
- **Atitudinal:** Expressam as atitudes dos alunos diante de determinada situação. As atitudes, como conteúdo de ensino, do mesmo modo que os procedimentos, não constituem uma disciplina separada. Algumas atitudes serão comuns a todas as disciplinas, enquanto que outras serão específicas de apenas uma. Podemos diferenciar os conteúdos atitudinais em três diferentes níveis, a saber: as normas que são ideias ou crenças de como devemos nos comportar; os valores que referem-se ao grau em que foram interiorizados as normas e as atitudes ou condutas que referem-se ao comportamento propriamente dito. (POZO; CRESPO, 2009).

De modo geral, especifica-se um número maior de aprendizagens conceituais em relação ao número de aprendizagens procedimentais e atitudinais esperadas. Atribuímos isso ao fato de que procedimentos e atitudes são construídas pelos alunos e avaliadas pelos professores a longo prazo. Dessa maneira, as aprendizagens procedimentais e, principalmente,

as atitudinais, se repetem em mais de uma Atividade Didática dentro do mesmo planejamento e até mesmo em mais de um planejamento do mesmo Tópico Conceitual de dada disciplina.

Em relação ao terceiro aspecto, *elaboração e organização das Atividades Didáticas que estruturarão as unidades do planejamento*, é essencial o levantamento prévio, na literatura da área, de possíveis concepções alternativas a respeito do assunto a ser tratado no planejamento, uma vez que isso possibilita a determinação, de forma mais clara, das aprendizagens esperadas para os alunos.

Além disso, é importante que se considere a utilização de uma diversidade de recursos didáticos. Parece consenso no campo da psicologia da aprendizagem o fato de existirem fatores psicológicos que influenciam na aprendizagem escolar, sobretudo as características individuais de cada aluno. Neste sentido, no âmbito dos processos de ensino e de aprendizagem, isso deve ser levado em conta; é necessário planejar atividades didáticas variadas, do ponto de vista dos recursos a serem utilizados e das competências a serem trabalhadas, de modo à ‘atender’ a diversidade de alunos no que diz respeito aos seus estilos cognitivos, às suas motivações, capacidades, dificuldades, etc.

Por último, devemos observar a elaboração de estratégias de avaliação, que contemplem tanto as aprendizagens realizadas pelos alunos (desempenho dos alunos), quanto a organização das Atividades Didáticas e a sua efetividade para promover as aprendizagens esperadas. Além disso, é imprescindível a integração dos momentos de avaliação ao planejamento e a distribuição de tais momentos ao longo dele.

Os cinco aspectos mencionados não devem ser entendidos como etapas que devem ser seguidas rigorosamente, pois um planejamento didático-pedagógico, pelo contrário, deve ser flexível, cabe ao professor realizar as modificações e complementações nos planejamentos, que achar necessárias. Contudo, dos cinco aspectos apontados, as aprendizagens esperadas, as atividades planejadas e as avaliações a serem realizadas devem sempre fazer parte de um planejamento didático-pedagógico.

### **3. A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS**

Para elaborar seus planejamentos e, em especial, as Atividades Didáticas que compõem os planejamentos, os professores têm à disposição diversos recursos didáticos. Entre esses, destaca-se a experimentação, por ser parte integrante de qualquer processo de produção de conhecimento nas Ciências Naturais; portanto faz parte da construção e da evolução dessa área do conhecimento.

Para Espinoza (2010), o experimento,

Constitui um artifício didático que não é proposto com o intuito de motivar, imitar ou mostrar como se produz conhecimento científico, mas que representa, na verdade, uma estratégia, para favorecer o aprendizado, estratégia essa que fica principalmente a cargo do aluno (ESPINOZA, 2010, p.83).

Porém, apenas propor experimentos não basta: a maneira como são apresentados, as questões propostas, as discussões e reflexões geradas determinarão se realmente o experimento se constituirá em um recurso eficaz para o ensino. Diante disso, Espinoza (2010) afirma que o que está em jogo são as decisões didáticas que devem ser tomadas para a sua

realização. Faz-se necessário refletir se as possibilidades oferecidas pelo experimento não são mais bem proporcionadas por outro(s) recurso(s) didático(s).

De modo geral, é comum a utilização dos termos, “Atividade Experimental”, “Atividade Prática” e “Atividade Laboratorial” como sinônimos, já que existe a concepção de que todo trabalho prático é exercido no laboratório, e que todo trabalho de laboratório inclui experimentos.

Leite (2001) define “Atividade Prática” como sendo uma atividade que envolve esforço individual ou coletivo, da qual resulta um produto. Podemos apontar como exemplos de atividades práticas: tarefas escritas, confecção de modelos, pôsteres e álbuns de recortes, assim como trabalhos no espaço da biblioteca. Além disso, para essa mesma autora, Atividade Laboratorial é toda a atividade desenvolvida no ambiente de Laboratório, ou com material de laboratório. Entendemos que a Atividade Experimental e a Atividade Laboratorial são dimensões da Atividade Prática. Entretanto, consideramos que a Atividade Laboratorial é mais abrangente que uma Atividade Experimental, uma vez que nem todo trabalho de laboratório inclui experimentos.

Diante da utilização indiscriminada dos termos referidos acima, optamos por utilizar a denominação “Experimentos Didático-Científicos”, já que entendemos que o Experimento é didático, uma vez que combina ações intencionalmente pensadas a serem realizadas para efetivar a transmissão do conjunto de elementos culturais selecionado. E é científico na medida em que se refere a conhecimentos construídos no âmbito da Ciência.

Para Hodson (1988), os Experimentos Didático-Científicos podem ser definidos como sendo atividades que demandam a identificação e o controle de variáveis. Para Lopes (2004), essa definição é muito restritiva, já que o controle/manipulação de variáveis também faz parte do processo de desenvolvimento de Atividades Didáticas que envolvam outros tipos recursos, como por exemplo, Atividades Didáticas baseadas em Problema de Lápis e Papel.

De acordo com isso, consideramos Experimentos Didático-Científicos como montagens/dispositivos/aparatos que se referem a uma determinada situação física (fenômeno ou processo) e que são acompanhados de procedimentos empíricos (qualitativos e/ou quantitativos), formando um conjunto que pode embasar uma atividade com finalidades didático-pedagógicas, associadas a algumas possibilidades, tais como:

1. **Problematizar** essa situação física, **questionar** sobre alguns de seus **aspectos principais** e sobre **o que os alunos sabem** sobre ela;
2. Identificar e/ou controlar **variáveis relevantes** dessa situação e **estabelecer relações** entre essas variáveis;
3. **Estudar** essa **situação**, ou **aprofundar-se** no conhecimento sistematizado **sobre essa situação**, ou ainda, **construir** e **compartilhar** conhecimentos **sobre essa situação**, tomando-a como **objeto mediador** entre teorias/modelos/leis/conceitos científicos e a realidade natural;
4. **Resolver problemas específicos** associados a essa situação física. (WESENDONK, 2015; Adaptado e ampliado a partir de Lopes, 2004)

Os objetivos de utilização de Experimentos Didático-Científicos podem ser associados a *aspectos ou dimensões características* do conhecimento de uma *área científica*, tais como:

1. **Dimensão conceitual:** Auxiliar os alunos a aprender (elementos de) ciências (área científica específica);
2. **Dimensão epistemológica:** Aprender (elementos) sobre como a ciência (área científica específica) é construída e se desenvolve;
3. **Dimensão metodológica:** Aprender (elementos) sobre como fazer ciências (área científica específica) (Adaptado de Hodson, 1994).

Podemos afirmar que essas três dimensões são igualmente importantes e necessárias, isto é, devemos planejar e conduzir experimentos que permitam atingir objetivos associados a cada um desses aspectos. Porém, sabemos que contemplá-las, simultaneamente, em uma atividade nem sempre é possível; por outro lado, consideramos que o professor não deve desenvolver experimentações pensando apenas na dimensão conceitual, como usualmente ocorre. Em outras palavras, o docente não deve utilizar esse recurso didático somente como um meio de auxiliar os alunos a aprenderem o elemento do campo conceitual em estudo.

Para intensificar a introdução do uso da experimentação em sala de aula, é preciso levar em consideração alguns aspectos citados por Hodson (1994) como: o domínio de elementos do campo conceitual pelos professores; a correspondência dos materiais às condições de ensino/aprendizagem na realidade escolar; a adequação dos materiais às necessidades e habilidades dos alunos; a integração da experimentação ao ensino e a correção do material do ponto de vista conceitual.

Os experimentos didático-científicos podem ser utilizados com diferentes objetivos e fornecer variadas contribuições para o ensino e para a aprendizagem de Ciências. Oliveira (2010) lista algumas dessas contribuições, sendo elas:

- Para motivar e despertar a atenção dos alunos,
- Para desenvolver a capacidade de trabalhar em grupo, a iniciativa pessoal e a tomada de decisão,
- Para estimular a criatividade,
- Para aprimorar a capacidade de observação e registro de informações,
- Para aprender: a analisar dados, propor hipóteses para os fenômenos, entender conceitos científicos,
- Para detectar e corrigir erros conceituais dos alunos,
- Para compreender a natureza da ciência e o papel do cientista em uma investigação, bem como as relações entre ciência, tecnologia e sociedade e aprimorar habilidade manipulativas.

Os experimentos, em geral, não valorizam igualmente todos esses objetivos/metás; afinal, estamos tratando aqui de um vasto número deles e, ainda por cima, de natureza bem distinta. Por outro lado, entendemos que uma vez esses objetivos sendo contemplados, pelo menos em parte, em atividades que têm por base experimentos didático-científicos, possibilitará que os alunos aprendam não apenas elementos do campo conceitual da Ciência, mas também, procedimentos e atitudes científicas.

Diante disso, escolher o modo de conduzir um experimento a ser utilizado dependerá, dentre outros aspectos, dos objetivos que se pretende alcançar com o desenvolvimento da atividade que tem por base esse recurso didático.

Os experimentos didático-científicos podem ser divididos em quatro tipos, de acordo com suas finalidades didáticas, diferenciando-se o modo pelo qual são planejados e conduzidos, a saber: Demonstração Experimental, Prevê-Realiza-Explica, Verificação Experimental e Resolução Experimental de um Problema da realidade do aluno.

De modo a entendermos as diferenças entre essas abordagens, assim como as potencialidades de cada uma, propomos, agora, uma breve discussão das quatro possibilidades, tomando como base os estudos de Araújo e Abib (2003) e Lopes (2004).

Para Bunge (1973), a demonstração, do ponto de vista epistemológico, não é uma experimentação, mas sim uma observação. Porém, podemos considerar que do ponto de vista de quem a realiza, ela pode ser avaliada como uma experimentação. Diante disso, como, em geral, as atividades demonstrativas são desenvolvidas pelos professores, ela fica reduzida a uma atividade de observação para o aluno.

Os experimentos do tipo demonstração experimental, em geral, são utilizados como meio de ilustrar e tornar menos abstratos os conceitos/fenômenos/processos em estudo e, também, como meio de motivação para a participação dos alunos em aula (ARAÚJO; ABIB, 2003).

O emprego de atividades desse tipo ocorre, muitas vezes, em situações em que o professor não tem disponível materiais para todos os alunos, quando não se tem espaço adequado para que todos os alunos possam manusear o experimento, ou quando o tempo disponível para a execução da atividade é curto. E por demandar um pequeno tempo para a sua realização, tais experimentos podem ser facilmente inseridos em uma aula com ênfase na exposição oral do professor, sendo utilizados como um fechamento da aula ou como um ponto de partida, procurando despertar o interesse do aluno para o assunto que será estudado.

Quando planejamos o desenvolvimento de uma atividade experimental demonstrativa, temos que tomar cuidado para que ela não seja reduzida a apenas mostrar um fenômeno/processo em si, mas que dê a oportunidade de construção científica de um dado conceito relacionado a esse fenômeno/processo (CARVALHO, 2011).

Dependendo do modo como for organizada, a atividade didática baseada em experimento pode deixar de ser de mera demonstração experimental para passar a ser do tipo prevê-realiza-explica.

Esse tipo de experimento se refere às atividades em que perante uma dada situação, é solicitado que o aluno faça uma previsão, posteriormente ocorre o desenvolvimento da experiência pelo aluno e/ou professor e, ao final, os alunos registram e explicam o que observam, mediante auxílio ou não do professor, confrontando com a previsão inicial.

Em geral, essas atividades são desenvolvidas nas mesmas circunstâncias que a das demonstrações experimentais. E, para planejá-la, devemos tomar os mesmos cuidados adotados que no planejamento de atividades demonstrativas.

O terceiro tipo se refere às atividades que, geralmente, apresentam um protocolo experimental rígido e a execução do experimento pode ser feita pelos alunos sem grande acompanhamento do professor.

Essas atividades são caracterizadas pela verificação de um assunto (conceito/fenômeno/processo) abordado em sala de aula, ou até mesmo dos limites de validade desse assunto. Os resultados aos quais se devem chegar com a realização dessas atividades são facilmente previsíveis e as explicações para as situações biológicas/físicas/químicas envolvidas nos experimentos geralmente conhecidas pelos alunos. Por outro lado, essa atividade permite aos estudantes a capacidade de interpretar parâmetros que determinam o comportamento dos fenômenos/processos observados, articulando-os com os conceitos científicos que conhecem, e de efetuar generalizações, especialmente quando os resultados dos experimentos são extrapolados para novas situações (ARAÚJO; ABIB, 2003; OLIVEIRA, 2010).

O quarto tipo de experimento didático-científico se refere às atividades em que a ênfase é dada a um problema, que deve ser relevante para o aluno e por eles apropriado, consistindo, dessa forma, em uma pequena investigação dos alunos mediada pelo professor, com muito mais controle dos tempos e dos meios por parte dos alunos.

Esse tipo de experimento apresenta uma maior flexibilidade metodológica, quando comparada com as atividades de demonstração, de prevê-observa-explica e de verificação. Os experimentos de caráter investigativo representam uma perspectiva que permitem aos alunos ocuparem uma posição mais ativa durante a montagem e realização da atividade, assim, tornando-se sujeitos no processo de construção do conhecimento. É possível a intervenção e/ou modificação de alguma etapa ou elemento da atividade pelos alunos. É importante frisar que atividades de caráter investigativo exigem um tempo maior para desenvolvimento, uma vez que envolvem uma série de etapas a serem desenvolvidas pelos alunos, desde a análise do problema proposto até o levantamento de hipóteses, preparo e execução dos procedimentos, análise e discussão dos resultados.

Além disso, diferentemente do que ocorre, tradicionalmente, com as atividades de verificação experimental, as quais são desenvolvidas após a exposição oral do professor sobre um assunto programado da disciplina científica em questão, a fim de “comprovar” algum elemento/aspecto desse assunto previamente estudado, nos experimentos propostos para a resolução de um problema, o conteúdo pode ser estudado e discutido no próprio contexto de desenvolvimento da atividade. Assim, os resultados não se tornam totalmente previsíveis, nem as respostas são fornecidas de imediato pelo professor. Apenas dessa forma os alunos serão de fato instigados a refletir, a questionar, a argumentar sobre os conceitos/fenômenos/processos abordados na atividade.

O professor também desempenha um papel diferente nesse tipo de atividade, ou seja, ao contrário do que tradicionalmente acontece no âmbito do desenvolvimento dos outros tipos de experimentos didático-científicos, na perspectiva investigativa o professor tem o papel de mediador, de modo a orientar a atividade e questionar e incentivar os alunos.

Oliveira (2010) propõe-se a resumir as principais características dos diferentes tipos de experimentos didático-científicos mencionados, conforme podemos observar mediante o quadro abaixo, extraído do trabalho da autora.

**Tabela 1:** Abordagens para atividades experimentais (OLIVEIRA, 2010 p.151).

<b>TIPOS DE ABORDAGENS PARA ATIVIDADES EXPERIMENTAIS</b>			
	<b>DEMONSTRAÇÃO</b>	<b>VERIFICAÇÃO</b>	<b>INVESTIGAÇÃO</b>
<b>PAPEL DO PROFESSOR</b>	Executar o experimento, fornecer as explicações para os fenômenos.	Fiscalizar a atividade dos alunos; diagnosticar e corrigir erros.	Orientar as atividades; incentivar e questionar as decisões dos alunos.
<b>PAPEL DO ALUNO</b>	Observar o experimento, em alguns casos, sugerir explicações.	Executar o experimento. Explicar os fenômenos observados.	Pesquisar, planejar e executar a atividade, discutir explicações.
<b>POSIÇÃO OCUPADA NA AULA</b>	Central, para ilustração ou após a abordagem expositiva.	Após a abordagem do conteúdo em aula expositiva.	A atividade pode ser a própria aula ou pode ocorrer previamente à abordagem do conteúdo.
<b>ALGUMAS VANTAGENS</b>	Demandam pouco tempo; podem ser integrada à aula expositiva; úteis quando não há recursos materiais ou espaço físico suficiente para todos os alunos realizarem a prática.	Os alunos tem mais facilidade na elaboração de explicações para os fenômenos; é possível verificar através das explicações dos alunos se os conceitos abordados foram bem compreendidos.	Os alunos ocupam uma posição mais ativa há espaço para criatividade e abordagem de temas socialmente relevantes; o “erro” é mais aceito e contribui para o aprendizado.
<b>ALGUMAS DESVANTAGENS</b>	A simples observação do experimento pode ser um fator de desmotivação; é mais difícil para manter a atenção dos alunos; não há garantia de que todos estarão envolvidos.	Pouca contribuição do ponto de vista da aprendizagem de conceitos; o fato dos resultados serem relativamente previsíveis não estimula a curiosidade dos alunos.	Requer maior tempo para a sua realização. Exige um pouco de experiência dos alunos na prática de atividades experimentais.

Fonte: Oliveira, 2010, p. 151.

A mesma autora destaca que alguns pesquisadores defendem que sejam utilizados com os alunos, primeiramente, experimentos didático-científicos mais simples, tais como as atividades de demonstração e de verificação. À medida que os alunos forem se familiarizando com a experimentação pode-se introduzir atividades mais abertas, como as atividades investigativas.

Concordamos com a afirmação e, destacamos, ainda, que o professor deve considerar as condições profissionais oferecidas pelo contexto em que atua, para que possa fazer a melhor escolha quando se quer desenvolver um planejamento didático-pedagógico com a aplicação de uma atividade de cunho experimental.

#### **4. METODOLOGIA DO TRABALHO**

Nesta seção, apresentamos, inicialmente, uma caracterização da Atividade Didática baseada em Experimento elaborada e da turma na qual essa atividade foi implementada. Depois, apresentamos as formas pelas quais as informações foram coletadas e analisadas para atingirmos o objetivo proposto.

##### **4.1. Caracterização da Turma e da Atividade Didática**

A investigação relatada neste trabalho foi realizada em uma aula de Física, com duração de 4 horas-aula, em uma turma da 2ª série do Ensino Médio, de uma Escola da Rede Escolar Pública Estadual da cidade de Lençóis Paulista/SP.

A respectiva aula tratou do tópico conceitual “Física Térmica”, devido à possibilidade de desenvolver um trabalho multidisciplinar, uma vez que o tema pode ter enfoque nas áreas cujas professoras implementadoras da atividade atuam, sendo essas a Física e a Química. Outro fator determinante para a escolha foi a possibilidade de se adaptar a utilização de um experimento didático-científico, com cunho investigativo, ao conteúdo indicado para estudo, nesta série do Ensino Médio, pela Proposta Curricular do Estado de São Paulo.

Para atingir o objetivo da pesquisa, foi preciso elaborar um roteiro de atividade que fosse em uma perspectiva investigativa. Para tanto, utilizamos como referência o roteiro de Atividade Didática baseada em Experimento desenvolvido pelo Grupo de Estudos, Pesquisas e Intervenções “Inovação Educacional, Práticas Educativas e Formação de Professores”, sediado no Núcleo de Estudos em Educação, Ciência e Cultura, da Universidade Federal de Santa Maria. Contudo, algumas adaptações foram necessárias, de modo a adequar o roteiro aos interesses desta pesquisa, tais como a introdução de questões para serem discutidas antes do desenvolvimento do experimento, relativas aos elementos do campo conceitual envolvidos na atividade (Ver apêndice 01).

O roteiro da atividade é composto por três momentos, a saber:

- **Previsão/Observação:** a situação-problema é apresentada e os alunos iniciam a emissão de hipóteses para tentar solucionar a situação-problema;
- **Formalização/Realização:** neste momento, espera-se que o aluno ponha em prática as previsões já feitas, mediante a realização do experimento;
- **Análise/Comparação:** o aluno deve refletir sobre os procedimentos realizados para chegar à solução da situação-problema, assim como da avaliação da pertinência das hipóteses elaboradas no primeiro momento.

A atividade foi elaborada com o objetivo de discutir o processo de mudança de estado físico, considerando todos os elementos do campo conceitual envolvidos no processo. Essa atividade foi desenvolvida em quatro grupos. No total, participaram da atividade 16 alunos.

Ressaltamos que, no decorrer do trabalho, apesar de nos referimos aos alunos de modo geral, só conseguimos investigar o que cada grupo produziu.

Anteriormente ao início do desenvolvimento da Atividade Didática baseada em Experimento, questionamos os alunos se os mesmos já haviam estudado, no decorrer do presente ano letivo, alguns conceitos/fenômenos/processos envolvendo Física Térmica. A resposta dos alunos foi afirmativa, ou seja, eles já haviam passado por situações nas quais foi discutido elementos do campo conceitual desse tópico conceitual. Porém, independente disso, propomos aos alunos algumas questões prévias ao desenvolvimento da atividade, de modo a garantir que todos estivessem no mesmo patamar de compreensão dos conceitos/fenômenos/processos envolvidos na atividade.

## 5. Coleta e Análise das Informações

Consideramos que em pesquisas na área de Educação são três as possíveis fontes de informação: documentos, sujeitos e espaços. Nesta pesquisa, utilizamos fontes de informação do tipo documentos. Esses documentos foram os próprios materiais elaborados pelos alunos durante a implementação da Atividade Didática, com base no roteiro específico para o desenvolvimento da atividade. Além dos registros dos alunos, utilizamos como fonte de informação os registros de observações do desenvolvimento da atividade, elaborados pelas próprias implementadoras (diários da prática pedagógica).

A análise desses documentos foi realizada mediante um roteiro de análise textual. Esse roteiro é composto por questões, frases, ou categorias que orientem a coleta dos dados escritos. Um roteiro desse tipo pressupõe questões a serem respondidas, mediante a leitura crítica de um documento, tópicos que nele se deseja encontrar ou mesmo orientar uma leitura exploratória.

Devido à natureza das informações coletadas (produções dos alunos e registros das professoras implementadoras) e dos objetivos da análise pretendida, consideramos nossa pesquisa como do tipo qualitativa,

### A pesquisa qualitativa

“É uma atividade sistemática orientada à compreensão em profundidade de fenômenos educativos e sociais, à transformação de práticas e cenários socioeducativos, à tomada de decisões e também ao descobrimento e desenvolvimento de um corpo organizado de conhecimentos” (ESTEBAN, 2010, p. 127)

Uma característica fundamental da pesquisa qualitativa é sua atenção ao contexto; a experiência humana se perfila e tem lugar em contextos particulares, de maneira que os acontecimentos e fenômenos não podem ser compreendidos adequadamente se estiverem separados desses contextos.

Os contextos de pesquisa são naturais e não são construídos e nem modificados. O pesquisador qualitativo localiza sua atenção em ambientes naturais, procura respostas as questões do mundo real.

Na pesquisa qualitativa, o próprio pesquisador se constitui no instrumento principal que, por meio da interação com a realidade, coleta informações sobre ela. Essa questão

envolve uma formação específica do pesquisador, em nível teórico e metodológico, para abordar questões de sensibilidade e percepção.

## 6. CONSTATAÇÕES E RESULTADOS

O levantamento das concepções prévias dos alunos, para Langui e Nardi (2005), está baseado no senso comum sobre um determinado tema, incluindo preconceitos e ideologias, sendo muitas vezes, contraditórias em relação aos conhecimentos cientificamente válidos. Neste sentido, procuramos identificar as necessidades e limitações dos alunos sobre o tema tratado na atividade principal, para isto, solicitamos que os alunos se dividissem em quatro grupos e, em seguida, entregamos para cada grupo uma questão diferente, porém abordando o mesmo assunto, a saber: calor e temperatura. (Ver apêndice 01).

Consideramos esse nivelamento como fase crucial para uma proposta investigativa, pois como pudemos ver na Tabela 1, Oliveira (2010) afirma que a proposta investigativa necessita que os alunos usem de certa bagagem cognitiva para que consigam interagir com essa proposta.

### 6.1. Análise das respostas construídas oral e coletivamente

Apresentaremos a seguir as respostas dos alunos para os questionamentos de nivelamento, devemos ressaltar que as respostas dos grupos foram copiadas de acordo com o registro dos alunos em uma folha avulsa<sup>3</sup>, entregue ao final dessa etapa. As respostas, posteriormente ao registro de cada grupo, foram registradas pelas pesquisadoras no quadro negro, a fim de realizar a discussão das questões com o grande grupo (com todos os alunos da turma) e, em seguida, foram anotadas em um diário de bordo. Iniciaremos nossa análise com as respectivas questões.

**Questão 1.** Quando vamos pegar uma garrafa de refrigerante do freezer de um supermercado, como sabemos se a bebida está na temperatura em que desejamos?

**Resposta do Grupo 03:** – *Eu retiro do freezer e seguro pra poder sentir a temperatura.*

Após o momento de socialização, foi indicada uma nova resposta para o questionamento, a saber:

**Resposta da sala:** - *Se a garrafa estiver molhada (suada).*

Acreditando que a resposta dada pelos alunos apresentava limites em relação à solução, propomos um novo questionamento:

A sensação térmica varia de acordo com o indivíduo?

A partir do período de discussão sobre a questão os alunos chegaram a seguinte resposta:

**Resposta da sala** - *Se pessoas diferentes sentem a temperatura de maneira diferente, vamos precisar de um medidor, um termômetro.*

<sup>3</sup> Como dito as respostas foram copiadas na íntegra, portanto são passíveis de conter erros gramaticas, de pontuação, concordância, entre outros.

Diante das respostas obtidas, pudemos perceber certas limitações, ou seja, os alunos atribuíam aos sentidos (tato e visão) as evidências sobre a variação de temperatura dos corpos, além de não apresentarem, durante o diálogo, ideias claras sobre a diferença entre o conceito de calor e de temperatura, sendo, neste primeiro momento, tratados como sinônimos. Esse fato exigiu uma maior discussão desses elementos do campo conceitual anteriormente a realização do experimento.

**Questão 2:** Por que utilizamos cobertores para se cobrir em noites de inverno?

**Resposta do Grupo 02:** - *Para se aquece e nos livrar do frio.*

Novamente, observando as limitações das respostas dos alunos, propomos um novo questionamento:

**Questão 03:** Porque colocamos as blusas de lã por baixo de blusas de outros materiais?

Após discussão coletiva da questão e a exploração de novos exemplos, os alunos chegaram a seguinte resposta:

**Resposta da sala:** - *Manter a temperatura do corpo*

**Questão 3:** Por que é recomendável utilizar panelas com cabos constituídos de material diferentes da própria panela?

**Resposta do Grupo 01** – *Para não se queimar.*

Após a socialização, a sala indicou mais três respostas para este questionamento:

**Resposta da sala 1:** *O cabo serve como um isolante térmico*

**Resposta da sala 2:** *Para evitar a temperatura da panela*

**Resposta da sala 3:** *Cabo isola a temperatura do ferro*

Para chegarmos a uma síntese dessa questão, comparamos a situação proposta com a da questão 2, remetendo ao processo de transferência de energia e ao conceito de isolante térmico.

**Questão 4:** Por que logo depois que retiramos o sorvete do freezer ele começa a derreter?

**Resposta do Grupo 04** – *Quando o sorvete entra em contato com uma temperatura mais elevada, ele derete.*

Com a solicitação que os alunos explicassem melhor a resposta e, a partir de algumas intervenções, a sala chegou a seguinte resposta:

**Resposta da sala:** *A temperatura do ambiente do freezer é diferente da temperatura do ambiente.*

As questões iniciais foram necessárias, basicamente, por dois motivos. Primeiro, permitiu que tivéssemos conhecimento sobre o real entendimento, por parte dos alunos, sobre

os conceitos de calor e de temperatura, naquele momento. E, segundo, a partir da constatação de que esses estudantes apresentavam limitações em relação ao entendimento desses conceitos, tratando-os como semelhantes ou, por vezes, como se as palavras fossem sinônimos, foi possível tratar esses elementos do campo conceitual, mesmo que de modo não muito aprofundado, relacionando-os ao cotidiano dos alunos, conforme proposta de Schenutzer (2011) e Delizoicov; Angoti et al. (2007).

## 6.2. Análise do conteúdo das fichas do roteiro da Atividade Didática baseada em Experimento

Iniciamos a Atividade Didática Baseada em Experimento com a apresentação da situação-problema: “*Um grupo de jovens vai passar o dia na praia e é necessário que os alimentos e as bebidas que eles levarem para o passeio mantenham-se em um lugar que não “esquentem”, ou seja, se mantenham “refrigerados”. Portanto, o que esses jovens podem fazer para que os alimentos e as bebidas estejam em uma temperatura agradável no momento da utilização?*”.<sup>4</sup>

Os alunos registraram na Ficha 01 (apêndice 2) suas suposições/hipóteses para solucionar essa situação. Em seguida, desenvolveu-se a atividade em duas etapas. Após a realização da atividade, os alunos foram solicitados a apresentar as etapas que os ajudaram a confirmar e/ou rejeitar suas suposições/hipóteses iniciais, ainda na Ficha 01. Podemos observar no Quadro 01, as respostas dos alunos. Ressaltamos que as repostas contidas no quadro abaixo são cópias literais dos registros dos estudantes.

**Quadro 01.** Registros dos alunos referentes à Ficha 01 do roteiro da Atividade Didática baseada em Experimento

Grupo	Transcreva aqui suas suposições (ou “palpites”, ou hipóteses) para explicar a situação-problema proposta	Descreva, com suas palavras, as etapas da atividade que ajudam a *:	
		<u>Rejeitar suas suposições</u> (ou “palpites”, ou hipóteses)	<u>Confirmar suas suposições</u> (ou “palpites”, ou hipóteses)
01	O gelo transfere a temperatura para o refrigerante.	Não porque na experiência mostrou que tudo aconteceu na forma que foi dito.	Sim. Quando a <i>agua</i> misturada ao gelo fica mais fria e diminui a temperatura.
02	Caixa de isopor, sal, álcool, água e gelo. Vai manter a temperatura ideal para seu alimento.	---	Usar isopor mostra que mantém a temperatura.

<sup>4</sup> Para uma descrição detalhada do desenvolvimento e expectativas iniciais da proposta do experimento didático-científico desenvolvido consultar apêndice 1.

Grupo	Transcreva aqui suas suposições (ou “palpites”, ou hipóteses) para explicar a situação-problema proposta	Descreva, com suas palavras, as etapas da atividade que ajudam a *:	
		<u>Rejeitar suas suposições</u> (ou “palpites”, ou hipóteses)	<u>Confirmar suas suposições</u> (ou “palpites”, ou hipóteses)
03	Caixa de isopor com gelo e comprar a bebida já gelada para que o gelo mantenha a temperatura. E manter a caixa sempre fechada.	---	Na I etapa eu confirmo que o isopor conserva a bebida na temperatura em que ela está.
04	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Isopor com papel alumínio dentro.</li> <li>• Isopor com bastante gelo.</li> <li>• Isopor para manter a temperatura, gelo, álcool e sal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Isopor para manter a temperatura, gelo, álcool e sal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Isopor com bastante gelo.</li> <li>• Isopor com papel alumínio dentro.</li> <li>• Após o derretimento do gelo continua-se em uma temperatura constante.</li> </ul>

Fonte: Nossa autoria.

Observamos que o grupo 01, primeiramente, apresentou uma resposta que não estava coerente com a situação-problema proposta, uma vez que o grupo não indicou a preocupação de elaborar sua resposta de acordo com o questionamento, apenas procurou explicar o processo envolvido na situação. A partir do desenvolvimento da atividade, os alunos expuseram que não havia nenhuma evidência que os fizessem rejeitar as suposições iniciais, confirmando-as.

O grupo 02 cita que podem ser utilizados uma caixa de isopor, sal, álcool, água e gelo para manter a temperatura do alimento. Mediante o desenvolvimento da atividade, eles confirmam a suposição inicial do uso da caixa de isopor, porém não fazem referência a utilização dos outros materiais citados.

Para o grupo 03 pode ser utilizada uma caixa de isopor com gelo e, além disso, recomendam que se compre a bebida gelada e que se mantenha a caixa sempre fechada. Ao final da atividade eles confirmam que se deve utilizar uma caixa de isopor; contudo, não fazem referência ao uso do gelo e ao ato de manter a caixa fechada.

O grupo 04 fez referência à utilização de isopor com papel alumínio e bastante gelo para manter a temperatura da bebida, além da utilização da mistura gelo, sal e álcool. Ao finalizar a atividade, os alunos rejeitaram a possibilidade da utilização da mistura, confirmando apenas a utilização da caixa de isopor com papel alumínio e bastante gelo para manter a temperatura da bebida. Entendemos esta supressão da resposta, por parte dos alunos, como uma forma de encaixar sua resposta aos elementos contidos na fase da experimentação, já que se discutiu a utilização de agentes externos como o álcool e o sal de forma superficial, para que não se adentrasse ao conceito de propriedades coligativas.

Percebemos, também, que os alunos não têm o hábito de sintetizar suas ideias mediante a utilização da escrita, pois na grande maioria dos registros foi possível identificar respostas vagas, simplificadas e sem o uso de argumentação, o que por vezes pode ter dificultado nossa análise.

Em geral os alunos não rejeitaram as suas suposições iniciais, porém a confirmação dessas não nos deram subsídios suficientes para confirmar se o processo envolvido no experimento foi compreendido pelos alunos.

Devemos salientar que os alunos procuraram indicar na suposição inicial, os materiais e os termos utilizados durante a discussão da situação-problema no grande grupo, de modo a não considerar materiais diferentes dos mencionados, principalmente, pelas pesquisadoras/professoras implementadoras da atividade. O grupo 04, por exemplo, rejeitou a suposição que envolvia materiais não utilizados no desenvolvimento da atividade experimental, fato que gera certa preocupação, uma vez que pode nos levar a pensar que os alunos construíram uma concepção de que se o material não foi utilizado no experimento, ele não é útil para a conservação da temperatura da bebida/alimento.

Em relação ao Quadro 02, esse tem por finalidade a síntese da resposta final dos alunos para a situação-problema proposta e a indicação das etapas da atividade que contribuíram para que os alunos chegassem a essa resposta.

**Quadro 02.** Registros dos alunos referentes à Ficha 02 do roteiro da Atividade Didática baseada em Experimento (apêndice 2)

Grupo	Transcreva sua resposta final para a situação-problema proposta	Indique quais etapas da atividade ajudaram você a chegar à resposta para a situação-problema
01	A resposta final é que quanto mais gelo mais contínua fica a temperatura.	A etapa que ajudou <i>agente</i> foi a do gelo, que <i>agente conometro</i> cada um minuto a temperatura da água.
02	Manter o refrigerante em uma caixa de isopor com pequenos cubos de gelo para manter a temperatura.	A etapa do gelo.
03	Caixa isopor com gelo	<ul style="list-style-type: none"> <li>A etapa de quando foi colocado gelo, deu a entender que quanto mais gelo, mais gelado fica, e mais rápido baixou a temperatura.</li> </ul>
04	Iriamos levar os refrigerantes em isopores com gelos para manter o refrigerante gelado.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Com a experiência percebemos que quanto mais gelo, <i>menas</i> temperatura.</li> <li>Tendo a água morna no recipiente de isopor e <i>acrecentar</i> 4 pedras de gelo, a temperatura diminui rapidamente, de 58°C para 10°C depois foi se estabilizando ficando constante à 2°C.</li> </ul>

Fonte: Nossa autoria.

Como podemos perceber as respostas construídas a partir do Quadro 02 não difere muito das respostas do Quadro 01. Em geral, os alunos citaram a caixa de isopor e uma dada quantidade de gelo, como forma de manter a temperatura da bebida constante e, além disso, indicaram a etapa do experimento que media a temperatura do sistema (água + gelo), em um dado intervalo de tempo, como um meio de confirmar suas suposições iniciais.

Em relação à síntese das ideias, o grupo 04 foi o único que procurou argumentar melhor suas respostas, mostrando indícios que justificassem suas respostas.

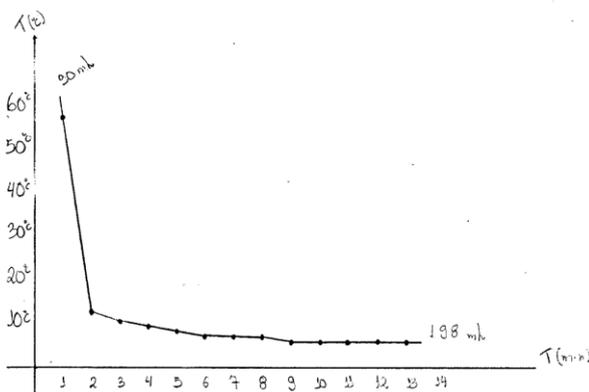
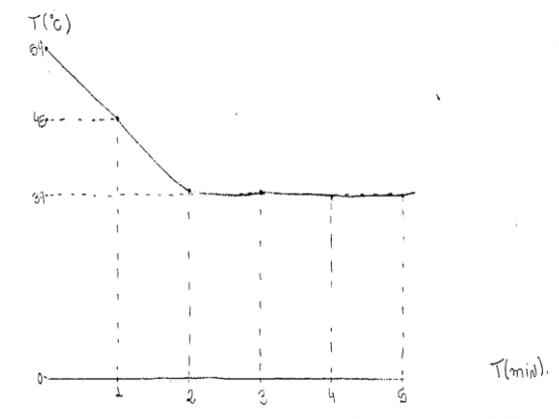
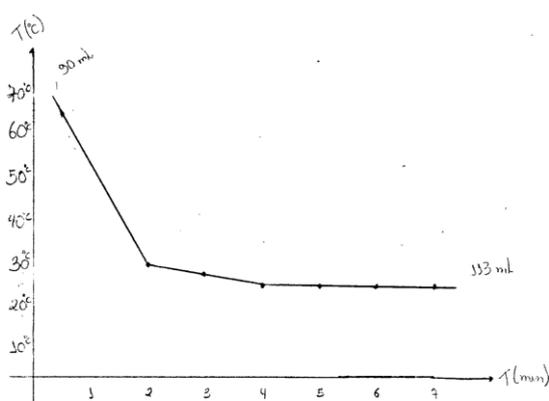
### 6.3. Análise dos gráficos produzidos pelos alunos

Como parte do desenvolvimento experimental, foi utilizado o recurso de elaboração de gráficos.

Os alunos realizaram medições do sistema (água + gelo), dessa forma obtiveram dados correspondentes à medida de temperatura e de tempo. Diante disso, foi solicitado que construíssem gráficos da temperatura em função do tempo.

A partir da elaboração dos gráficos em sala de aula e posterior análise, notamos que os alunos apresentam dificuldades para construção e interpretação de gráficos, em consequência disso, foi dispendido um dado tempo para orientação e construção em conjunto com os grupos.

Mesmo com as devidas orientações, alguns gráficos elaborados apresentam divergências em relação ao que se esperava para esta atividade, como podemos observar nas figuras, a seguir.



Esses gráficos foram construídos em escalas inadequadas e, além disso, percebemos que a preocupação dos alunos estava centrada em ligar os pontos distribuídos ao longo do gráfico e, não, em traçar a curva correta. Diante dessas limitações, foi necessário construir um gráfico na lousa, coletivamente.

Durante a construção do gráfico, de forma coletiva, constatamos que os alunos conseguiram identificar as relações estabelecidas entre os elementos do campo conceitual envolvidos na atividade, ou seja, de que a temperatura permanecia constante no processo de fusão do gelo. Por outro lado, por não dominarem a habilidade de construção de gráficos, como, por exemplo, montar escalas padrão e traçar uma curva média, acreditavam que se algum ponto estivesse fora da curva, o gráfico estaria errado e, portanto, seriam prejudicados durante a avaliação final da atividade. Isso nos indica uma visão ainda predominantemente baseada no modelo de transmissão e recepção de conteúdos, justamente a visão de ensino criticada pelo ensino por investigação escolar (PARENTE, 2012).

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do desenvolvimento da proposta de Atividade Didática baseada em Experimento, podemos perceber que os alunos se mostraram inicialmente interessados em desenvolver a atividade, indícios disso são suas manifestações diante: (a) da presença das implementadoras da atividade, uma vez que essas não fazem parte do corpo docente da escola; (2) de uma atividade que não faz parte do seu cotidiano escolar; (3) de uma atividade que possibilita a interação direta entre eles e o objeto a ser investigado.

A atividade foi muito válida para explorar a discussão em pequenos grupos e no grande grupo, assim como foi muito relevante para o trabalho dos alunos com o manuseio de um aparato experimental.

Contudo, o que percebemos é que os alunos mesmo apresentando facilidades em expor oralmente suas opiniões/suposições/respostas/resultados, apresentam muita dificuldade para apresentá-las de modo escrito. Em geral, são muito sucintos e não argumentam de modo a justificar/defender suas hipóteses e resultados, como percebemos no momento em que não havia se consolidado ainda a diferença entre os conceitos temperatura e calor. Além disso, apresentam muitas dificuldades na questão organizacional dos dados, na construção de escalas padrão e no traçar de uma reta média de um gráfico, o que nos levou a intervir de modo direto na elaboração desses.

Cabe salientar, em relação ao roteiro da atividade que, devido a alguns imprevistos durante a implementação da atividade, algumas modificações se fizeram necessárias de modo a adaptar o roteiro para a realidade que encontramos em sala de aula. Esses imprevistos resumem-se, basicamente, no baixo grau de entendimento dos alunos sobre a diferença entre os conceitos de calor e temperatura, o que fez que utilizássemos um tempo maior do que previsto da aula para discutir e assimilar exemplos que levam os alunos a diferenciá-los e assim dar continuidade a atividade. Além disso, como já mencionado, outro imprevisto estava relacionado a pouca compreensão dos alunos em elaborar gráficos.

Essas modificações no nosso entendimento, não causam prejuízos, pelo contrário, se forem necessárias, deverão ser feitas, uma vez que um planejamento, assim como uma atividade didática, deve ser sempre uma versão preliminar, ou seja, o caráter flexível de um

planejamento e de uma atividade é fundamental para que o professor possa desenvolver seu trabalho de modo a possibilitar que os alunos construam conhecimentos.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, M.S.T.; ABIB, M. L. V. S. – Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades. **Revista Brasileira de ensino de Física**. v. 25, n.2. p.176-194, Junho, 2003.

BRASIL, Presidência da República Casa Civil. Subchefia de Assuntos Jurídicos. Lei de Diretrizes e Bases da Educação. **LEI Nº 9.394, DE 20 DE DEZEMBRO DE 1996**. Acesso em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm).

BUNGE, M. **Filosofia da Física**. Tradução de Rui Pacheco. Lisboa/PT: Edições 70, 1973. (Coleção “O Saber da Filosofia”, 10). ISBN Inexistente. [Obra original: Philosophy of physics, Dordrecht/HO, Reidel Publishing Company, 1973].

CARVALHO, A. M. P. de. As práticas experimentais no ensino de Física. In: CARVALHO, A. M. de (Org.). **Ensino de Física**. São Paulo/BR: Cengage Learning, 2011. p.53-78. (Coleção “Ideias em Ação”). ISBN 9788522110629.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERNAMBUCO, Marta Maria. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo/BR: Cortez, 2007. (Coleção “Docência em Formação”). ISBN 978-85-249-0858-3.

ESPINOZA, Ana Maria. **Ciências na escola: novas perspectivas para formação dos alunos**. Tradução de Camila Bogéa. São Paulo/BR: Ática, 2010. ISBN 978.85.08.13360-4. [Obra Original: Las ciencias naturales em el aula]

ESTEBAN, Maria Paz Sandín. **Pesquisa qualitativa em Educação: fundamentos e tradições**. Tradução de Miguel Cabrera. Porto Alegre: Artmed, 2010. ISBN 978-85-63308-10-8.

FUSARI, José Cerchi. O Planejamento do Trabalho Pedagógico: Algumas Indagações e Tentativas de Respostas. In: **Série Ideias nº 8**, São Paulo: FDE, p.44-53, 1998.

HODSON, D. Hacia um enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. **Enseñanza de las ciencias**, v. 12, n.3, p.299 -313, 1994.

\_\_\_\_\_. Experiments in science teaching. **Educational Philosophy and Theory**, v. 20, n.2), p. 53-66, 1988.

LANGUI R; NARDI R. Dificuldades interpretadas no discurso de professores nos anos iniciais do ensino fundamental em relação ao ensino de astronomia. **Revista Latinoamericana de educação em astronomia** – RELEA, n. 2, p. 75-92, 2005.

LEITE. L. Contributos para uma utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no ensino das ciências. In **Caetano, H. V. et Santos, M. G. (Orgs)**, 2001.

LOPES, J. Bernardino. **Aprender e Ensinar Física**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbekian, Fundação para a Ciência e a Tecnologia/MCES, 2004. (Coleção “Textos universitários de Ciências Sociais e Humanas”). ISBN 972-31-1079-2.

MORAES, Maria Cândida. **O paradigma educacional emergente**. 13.ed. Campinas/BR: Papirus, 2007. (Coleção “Práxis”). ISBN 85-308-0478-3.

OLIVEIRA, J. R. S.– Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. **Acta Scientiae**. v.12, n.1, p. 139-156, Jan./Jun. 2010.

PARENTE, Andrela Garibaldi Loureiro. Práticas de investigação no ensino de ciências: percursos de formação de professores. **Tese Doutorado. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências**. Bauru, 2012, 234p.

POZO, Juan Ignacio; CRESPO, Miguel Ángel Gómez. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. Tradução de Naila Freitas. 5.ed. Porto Alegre/BR: Artmed, 2009. ISBN 978-85-363-1988-9.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Educação. **Proposta curricular do Estado de São Paulo** / Coord. Maria Inês Fini. São Paulo: SEE, 2009A.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Educação. **Proposta curricular do Estado de São Paulo: Física** / Coord. Maria Inês Fini. São Paulo: SEE, 2009B

SCHETZLER, R. P. Apontamentos sobre a História do Ensino de Química no Brasil. **Ensino de Química em Foco**. Org.: SANTOS, W. L. P., MALDANER, O. A. - Ijuí: Ed. Unijuí- Cap. 2 p.51-75, 2011.

TERRAZZAN, Eduardo A.; SILVA, Andréia Aurélio da; ZAMBON, Luciana Bagolin. ‘Avaliando Planejamentos Didáticos para o Ensino de Física’. In: **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação Em Ciências**, 08 a 13 de Nov. de 2009. Florianópolis, SC, Brasil.

WESENDONK, Fernanda S. **O uso da experimentação como recurso didático no desenvolvimento do trabalho de professores de Física do Ensino Médio**. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, São Paulo, 2015.

## Apêndice 01

**Título/Assunto Básico:** A Temperatura não muda

**Nº de aulas previstas:** 04h-a

**Público Alvo:** Alunos do 2º ano do Ensino Médio

**Proposições conceituais (Propriedades, operações e relações invariantes):**

- Calor é um processo de transferência de energia, de um objeto/fluido de maior temperatura para um objeto/fluido de menor temperatura.
- O processo de transferência de energia devido à diferença de temperatura termina quando se atinge o equilíbrio térmico.
- Não há variação de temperatura em uma mudança de estado físico.
- Em um processo exotérmico, o sistema transfere energia para o ambiente, acarretando em uma elevação da temperatura do ambiente.
- Em um processo endotérmico, o sistema recebe energia, acarretando em uma diminuição da temperatura do ambiente.

1. **Número de Aulas:** 4 horas-aula

2. **Expectativas de Aprendizagem:**

<b>Campo</b>	<b>Descrição</b>
<b>Atitudinal</b>	• Cooperar na execução das tarefas.
	• Compreender que seus questionamentos fazem parte do processo ensino/aprendizagem.
<b>Procedimental</b>	• Elaborar respostas claras e objetivas, apresentando e discutindo dados e resultados.
	• Manusear adequadamente o aparato experimental durante a atividade.
<b>Conceitual</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calor</li> <li>• Temperatura</li> <li>• Mudança de estado físico da água</li> <li>• Calor Latente.</li> </ul>

• **Orientações/Recomendações para o professor**

**Experimento: A temperatura não muda**

**1. Material Utilizado**

- Béquer
- Proveta
- Chapa de aquecimento (ou garrafa térmica e ebulidor)
- Caixa de isopor
- Água
- Cubos de gelo (individuais em copinhos de café)
- Termômetro
- Calorímetro
- Papel Milimetrado
- Papel toalha

## 2. Montagem do Experimento

- O professor deve dividir a turma em grupos de 7 ou 8 alunos.
- Os alunos deverão colocar certa quantidade de água dentro de um béquer e colocá-lo sobre a chapa de aquecimento, a fim de aquecer a água até dada temperatura.
- Ficará à disposição dos alunos uma caixa de isopor com cubos de gelo, para que possam modificar a quantidade de gelo em um segundo momento da atividade.
- Os alunos deverão deixar um termômetro dentro do calorímetro (discutir com os alunos o que é um calorímetro e como podemos construir um calorímetro), para realizar medidas da temperatura da substância, desde seu estado sólido até mudar para o estado líquido.

Importante: O calorímetro é um instrumento isolado termicamente do meio ambiente e muito utilizado para fazer estudos sobre a quantidade de energia transferida entre dois ou mais objetos de temperaturas diferentes.

## 3. Previsão/Observação

- 3.1. O professor deve iniciar a atividade distribuindo uma questão diferente a cada grupo de alunos. As questões são relacionadas com o assunto a ser abordado na atividade e, ao mesmo tempo, têm um potencial problematizador, por estarem referenciadas na realidade vivencial desses alunos.

Observação: Cada grupo recebe uma questão, após o registro das respostas pelos grupos, coletivamente os alunos da turma devem discutir as questões propostas.

As questões são as seguintes:

- A. Quando vamos pegar uma garrafa de refrigerante do freezer de um supermercado, como sabemos se a bebida está na temperatura em que desejamos?
- B. Por que utilizamos cobertores para se cobrir em noites de inverno?
- C. Por que é recomendável utilizar painéis com cabos constituídos de material diferente da própria panela?
- D. Por que logo depois que retiramos o sorvete do freezer ele começa a derreter?

Respostas Esperadas:

- A. Seguramos a garrafa e sentimos se ela está quente ou gelada.
- B. Para não deixar o frio entrar através dele/O cobertor é quente (esquenta)!
- C. Para não queimarmos a mão.
- D. Fora do freezer, o sorvete esquenta e derrete.

Respostas Cientificamente Aceita:

- A. A melhor maneira de sabermos se o refrigerante está na temperatura em que desejamos é mediante um termômetro. Caso recorrermos à situação de segurar a garrafa para saber se está ou não na temperatura desejada, iremos confiar na nossa própria sensação térmica, ou seja, na temperatura que realmente sentimos em uma determinada situação.
- B. Como o cobertor é um isolante térmico, ele dificulta a transferência de energia do corpo para o ambiente.

- C. Caso o cabo seja do mesmo material da panela, ou seja, um condutor de energia, a energia transferida pela chama do fogão será transferida para toda a panela, inclusive para o cabo, fazendo com que queimemos a mão.
- D. Fora do freezer, o sorvete recebe uma determinada energia do ambiente, mudando seu estado físico do sólido para o líquido.

**3.2.** Logo, o professor propõe a seguinte situação-problema aos alunos:

“Um grupo de jovens vai passar o dia na praia e é necessário que os alimentos e as bebidas que eles levarem para o passeio mantenham-se em um lugar que não “esquentem”, ou seja, se mantenham “refrigerados”. Portanto, o que esses jovens podem fazer para que os alimentos e as bebidas estejam em uma temperatura agradável no momento da utilização?”

Resposta esperada: “Os alimentos e as bebidas devem ser colocados em uma caixa de isopor com gelo!”

**3.3.** Após o professor deve pedir aos alunos que caracterizem a situação-problema. Para isso, sugere-se que os alunos elaborem desenhos, diagramas, etc. Além disso, sugere-se que os alunos registrem suas previsões de possíveis caminhos para solução ou as possíveis soluções para a situação-problema proposta. Ou seja, o professor deve solicitar aos alunos que apontem hipóteses (suposições ou “palpites”) que possam ser “testáveis” ao longo do processo de resolução da situação-problema.

**3.4.** Para registrar estas hipóteses (ou suposições, ou “palpites”) o professor deve entregar aos alunos a Ficha 01 (Apêndice 1).

**3.4.1.** É importante que o professor oriente os alunos a transcrever, na Ficha 01, todas as possíveis hipóteses que, na opinião deles, ajudem a responder a situação-problema proposta. Nenhuma sugestão deve, a priori, ser descartada e todas são bem-vindas.

**3.4.2.** Nesse momento é fundamental a ação do professor, em termos de estímulo e valorização de todas as possíveis hipóteses elaboradas pelos alunos, desde que elas tenham sido elaboradas/formuladas e registradas. O professor pode e deve auxiliar a melhorar a redação dos registros. Mas se faz necessário ressaltar que as hipóteses propostas devem gozar de um mínimo de plausibilidade e de inteligibilidade.

Para fazer um link entre a Situação-Problema e o experimento, iremos fazer os seguintes questionamentos aos alunos:

- Por quanto tempo uma caixa de isopor mantém algo gelado?
- Por que colocamos gelo em uma caixa de isopor para manter o alimento/bebida gelado?
- Que quantidade de gelo é necessária para manter algo gelado por um dado intervalo de tempo?
- O gelo vai derreter após um intervalo de tempo? E isso fará aumentar a temperatura do alimento/bebida que se encontra na caixa de isopor?
- Podemos fazer um experimento para determinar se a temperatura varia ou não? Como poderíamos determinar? Proponha um experimento.

**4. Formalização/Realização**

- 4.1. Os alunos deverão desenvolver o seu plano de ação para resolver a situação-problema, de acordo com os materiais disponibilizados.
- 4.2. Os alunos deverão montar o aparato experimental e realizar a atividade de acordo com o **roteiro do aluno**.
- 4.3. Com as medidas realizadas durante o primeiro momento da atividade, o professor deve lançar a seguinte questão aos alunos:
  - O que se observa em relação à temperatura da água durante a mudança de estado físico? Para onde está indo a energia cedida à massa de água durante as mudanças de estado físico?
- 4.4. Após os alunos terem respondido a questão, eles deverão construir um gráfico da temperatura em função do tempo, a fim de observar a variação de temperatura durante o processo de mudança de estado físico do gelo. O professor deve solicitar que os alunos expliquem o que aconteceu, com a temperatura da substância, durante a coleta de dados.
- 4.5. O professor deve discutir com os alunos os elementos do campo conceitual (definições de calor, temperatura) envolvidos no experimento.
- 4.6. Uma síntese das observações realizadas pelos alunos deve ser registrada na FICHA 01.
- 4.7. Os alunos devem realizar novamente o procedimento experimental, porém, modificando a quantidade de cubos de gelo no béquer.
- 4.8. Os alunos deverão construir novamente um gráfico da temperatura em função do tempo, com os dados obtidos neste segundo momento, e discutir a diferença entre os gráficos.

## 5. Análise/Comparação

- 5.1. O professor deve solicitar as respostas dos grupos referentes às questões propostas no roteiro e, então, deve promover uma discussão no sentido de buscar coletivamente a identificação das semelhanças e das diferenças entre os modelos explicativos elaborados pelos alunos.
- 5.2. Após esta etapa os alunos irão responder, ainda em grupos, a situação-problema indicada no início da atividade e, então, devem compará-la com sua resposta inicial escrita na Ficha 01. Essas respostas devem ser registradas na FICHA 02.

### • Orientações/Recomendações para o aluno

1. Com o auxílio do professor, estabeleça as relações entre os materiais disponíveis para a realização do experimento e a questão proposta.
2. Com base, em suas suposições para a solução da situação proposta, monte o aparato experimental, com o material disponível em sua bancada.
3. Inicie a realização da atividade experimental, seguindo o procedimento abaixo:
  - Aqueça até o limite de 70°C uma quantidade de água (utilize a proveta para medir o volume de água utilizado).
  - Coloque a água aquecida e uma porção de gelo em um calorímetro
  - Meça a temperatura do sistema (água+gelo) a cada 1 minuto, durante todo o procedimento experimental.
  - Meça o volume de gelo colocado no calorímetro.

Registre todos os dados coletados durante a atividade em uma tabela.

4. Responda as questões abaixo:

- O que acontece com o gelo, após um intervalo de tempo, no interior do calorímetro? Explique utilizando conhecimentos físicos e químicos.
  - O que se observa em relação à temperatura da substância (água+gelo) durante o procedimento experimental? Para onde está indo a energia cedida à substância?
5. Construa um gráfico da temperatura em função do tempo e o descreva detalhadamente.
  6. Faça uma síntese das suas observações na FICHA 01.
  7. Realize novamente o procedimento experimental, porém, modificando a quantidade de cubos de gelo no recipiente.
  8. Construa novamente um gráfico da temperatura em função do tempo, com os dados obtidos neste segundo momento, e discuta as diferenças e/ou semelhanças entre os gráficos.
  9. Após a realização do experimento, você mudaria a sua resposta para a questão inicial? Caso afirmativo, responda novamente a questão e compare-a com sua resposta inicial. Essas respostas devem ser registradas na FICHA 02.
-

## APÊNDICE 02

## FICHA 01

Transcreva aqui suas suposições (ou “palpites”, ou hipóteses) para explicar a situação-problema proposta	Descreva, com suas palavras, as etapas da atividade que ajudam a *:	
	<u><i>Rejeitar suas suposições</i></u> (ou “palpites”, ou hipóteses)	<u><i>Confirmar suas suposições</i></u> (ou “palpites”, ou hipóteses)

\*Observe que você pode e deve indicar quando a *rejeição ou a confirmação* for *apenas parcial*. Nestes casos, você deve indicar qual parte e/ou quais aspectos são rejeitados ou confirmados.

## FICHA 02

Transcreva sua resposta final para a situação-problema proposta		Indique quais etapas da atividade ajudaram você a chegar à resposta para a situação-problema