



MARCEL BRUNO PEREIRA BRAGA

**PROPOSTA METODOLÓGICA EXPERIMENTAL DEMONSTRATIVA
POR INVESTIGAÇÃO: CONTRIBUIÇÕES PARA O ENSINO DA
FÍSICA NA TERMOLOGIA**

Manaus – AM

2010

MARCEL BRUNO PEREIRA BRAGA

**PROPOSTA METODOLÓGICA EXPERIMENTAL DEMONSTRATIVA
POR INVESTIGAÇÃO: CONTRIBUIÇÕES PARA O ENSINO DA
FÍSICA NA TERMOLOGIA**

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do título de MESTRE em ENSINO DE CIÊNCIAS NA AMAZÔNIA, na linha de pesquisa: Formação de Professores, para o Ensino de Ciências na Amazônia, sob a orientação da professora Doutora Josefina Barrera Kalhil.

Manaus – AM

2010

MARCEL BRUNO PEREIRA BRAGA

Aprovada em: _____ de _____ de 2010, em defesa pública na
Escola Normal Superior da UEA.

Banca Examinadora

Prof^a. Dr^a. Josefina Barrera Kalhil (Orientadora/Presidente)

Universidade do Estado do Amazonas (UEA)

Prof^a. Dr^a. Patrícia Lizardi Sanches

Universidade do Estado do Amazonas (UEA)

Membro Interno

Prof^o. Dr. José Anglada Rivera.

Instituto Federal do Amazonas (IFAM)

Membro Externo

*Dedico esta dissertação em especial a minha mãe Maria Lídia, pelo seu
amor e por ter me alfabetizado,*

*e ao meu pai João Braga, que sempre acreditou em mim, me
aconselhando e me incentivando,*

a eles o meu muito obrigado.

Com todos vocês compartilho esta conquista.

Agradecimentos

Agradeço a Deus, por estar sempre ao meu lado, me iluminando e me guiando a cada passo de minha vida.

À professora e orientadora Josefina Barrera Kalhil, pela contribuição dada ao desenvolvimento deste trabalho e pelo meu amadurecimento intelectual, e ao professor José Anglada, pelo apoio e orientações dadas na qualificação.

À minha amável Hiléia, que sempre esteve ao meu lado, sendo companheira e compreensiva, ao meu irmão Michel, que me apoiou no ingresso ao mestrado, e a minha irmã Michele, pelas palavras de incentivo e de carinho transmitidas à distância.

Ao diretor Allan que permitiu a pesquisa na escola, e aos professores que contribuíram no desenvolvimento do trabalho com sugestões, troca de experiência e conhecimentos.

A Fundação de Amparo à Pesquisa no Amazonas (FAPEAM), pela bolsa de estudos concedida.

A Secretaria de Estado de Educação e Qualidade de Ensino (SEDUC - AM), pela licença concedida para minha qualificação profissional.

A todos que contribuíram direta e indiretamente para a realização deste trabalho.

“Na questão de física, as primeiras lições devem conter nada além do que é experimental e interessante de ver. Um experimento bem é, em si, muitas vezes mais valioso do que vinte fórmulas extraídas de nossas mentes”.

Albert Einstein (1879-1955)

RESUMO

A pesquisa científica se destinou a elaborar um manual metodológico experimental voltado as demonstrações investigativas na termologia, visando contribuir na formação de professores de Física no ensino médio. A pesquisa foi iniciada com um levantamento bibliográfico sobre a temática, buscando encontrar subsídios teóricos e epistemológicos que sustentem e justifiquem a proposta. A metodologia da pesquisa parte da análise de um diagnóstico que identificou a forma do ensino experimental que vinha sendo desenvolvido na escola, em seguida foi realizada oficinas pedagógicas, onde foi (re)elaborado o manual diante das contribuições dos professores envolvidos. A proposta baseia-se em um ensino experimental com ciclos investigativos na aprendizagem, valorizando a uma visão coerente da ciência, e focando na aquisição significativa de conceitos térmicos. Além desses aspectos, a seqüência lógica na abordagem foi criteriosa, partindo de um dos pilares da termodinâmica na concepção ausubeliana, que é o Modelo Cinético-Molecular, tendo a função de agente facilitador na desmistificação dos fenômenos térmicos. E, valorizando as concepções interpessoais de Vygotsky, o manual foi estruturado com: (1) unidades temáticas esclarecedoras dos conceitos metodológicos envolvidos; (2) representação esquemática da metodologia e suas legendas; (3) demonstrações do Modelo Cinético-Molecular; (4) demonstrações investigativas da natureza da matéria; e (5) demonstrações investigativas da dilatação térmica explorando os conceitos básicos da termologia. O trabalho contribui no sentido de oferecer ao professor de física e/ou de ciências, uma proposta metodológica experimental demonstrativa fundamentada no construtivismo para a introdução do ensino da física térmica, com orientações detalhadas que visem não somente uma mudança conceitual, metodológica e atitudinal no ensino-aprendizagem, mais uma necessária renovação na prática docente.

Palavras-Chave: Formação docente, Demonstrações investigativas, Termologia.

ABSTRACT

Scientific research was intended to produce a manual methodological experimental demonstrations aimed in investigative thermology, aiming at training of physics teachers in high school. The research began with a literature on the subject, trying to find theoretical and epistemology that underpin and justify the proposal. The research methodology of the analysis of a diagnosis that identified the way education experiment that was being developed in school, then was held educational workshops, where he was (re)developed the manual on the contributions of teachers involved. The proposal is based on a teaching experimental cycles investigative learning, valuing a coherent view of science, and focus in on significant acquisition of thermal concepts. Besides these aspects, the logical approach was carefully, starting from one of the pillars of thermodynamics Subsumption in the design, which is the Kinetic Model-Molecular, taking the role of facilitator in demystification of thermal phenomena. And, valuing interpersonal concepts of Vygotsky, the manual was structured: (1) illuminating thematic units the methodological concepts involved, (2) representation Schematic of the methodology and its legends, (3) statements of Kinetic-Molecular Model, (4) statements probing the nature of matter, and (5) investigative statements of thermal expansion exploring the basics of thermology. The work contributes towards offering the physics teacher and/or science, an experimental methodological proposal demonstration based on constructivism to introduction of thermal physics education, with guidelines detailed aiming not only a conceptual change methodological and attitudinal in teaching and learning, more a necessary renewal of the teaching practice.

Keywords: Teacher education, Investigative statements, Thermology.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

CTSA – Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente.

PCNEM – Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio.

PSC – Processo Seletivo Macro.

DEI's – Demonstrações Experimentais Investigativas.

MCM – Modelo Cinético-Molecular.

ZDP – Zona de Desenvolvimento Proximal.

MEC – Ministério da Educação.

PISA – Programa Internacional de Avaliação de Estudantes.

UFAM – Universidade Federal do Amazonas.

PSM – Processo Seletivo Macro.

LISTA DE FIGURAS

1 – Desenho de Newton de seu <i>Experimentum Crucis</i>	22
2 – Experiência de Feynman Sobre a Dupla Fenda na Quântica	23
3 – Processo de Construção de Modelos no Ensino-Aprendizagem	28
4 – Unidade Dialética entre a Teoria e a Prática	29
5 – Representação dos Fatores Externos (interação social) e internos (conflito cognitivo) no processo de assimilação por subsunção, ilustrando a aquisição de conceitos e significados	45
6 – Rendimento de Candidatos nas Questões de Física Durante o <i>PSM</i> para ingresso a <i>UFAM</i> nos anos 2008 e 2009	49
7 – Histograma e a resposta padrão do item 1 da pesquisa relacionada a visão individualista e elitista.....	149
8 – Histograma e a resposta padrão do item 2 da pesquisa relacionada a visão individualista e elitista.....	149
9 – Histograma e a resposta padrão do item 3 da pesquisa relacionada a visão individualista e elitista.....	149
10 – Histograma e a resposta padrão do item 4 da pesquisa relacionada a visão descontextualizada de CTSA.	149
11 – Histograma e a resposta padrão do item 5 da pesquisa relacionada a visão descontextualizada de CTSA.....	150
12 – Histograma e a resposta padrão do item 6 da pesquisa relacionada a visão descontextualizada de CTSA.....	150
13 – Histograma e a resposta padrão do item 7 da pesquisa relacionada a visão empiro-indutivista e ateórica.	150
14 – Histograma e a resposta padrão do item 8 da pesquisa relacionada a visão empiro-indutivista e ateórica.	150
15 – Histograma e a resposta padrão do item 9 da pesquisa relacionada a visão empiro-indutivista e ateórica.	151
16 – Histograma e a resposta padrão do item 10 da pesquisa relacionada a visão rígida, algorítmica e infalível.	151

17 – Histograma e a resposta padrão do item 11 da pesquisa relacionada à visão rígida, algorítmica e infalível.	151
18 – Histograma e a resposta padrão do item 12 da pesquisa relacionada à visão rígida, algorítmica e infalível.	151
19 – Histograma e a resposta padrão do item 13 da pesquisa relacionada à visão aproblemática e ahistórica.	152
20 – Histograma e a resposta padrão do item 14 da pesquisa relacionada à visão exclusivamente analítica.	152
21 – Histograma e a resposta padrão do item 15 da pesquisa relacionada à visão acumulativa e crescimento linear.	152
22 – Histograma e a resposta padrão do item 16 da pesquisa relacionada à visão acumulativa e crescimento linear.	152
23 – Histograma e a resposta padrão do item 1 da pesquisa relacionada a contribuição do manual para a realização de demonstrações na terminologia.....	153
24 – Histograma e a resposta padrão do item 2 da pesquisa relacionada a contribuição das demonstrações no acultramento científico.....	153
25 – Histograma e a resposta padrão do item 3 da pesquisa relacionada a seleção, organização e estrutura dos conteúdos abordados nas demonstrações.....	153
26 – Histograma e a resposta padrão do item 4 da pesquisa relacionada a proposta metodológica em ciclos investigativos na terminologia.....	153
27 – Histograma e a resposta padrão do item 5 da pesquisa relacionada a demonstrações diante da ausência de laboratório de experimentação.....	154
28 – Histograma e a resposta padrão do item 6 da pesquisa relacionada a contribuição da proposta nos conhecimentos didático-metodológicos.....	154
29 – Histograma e a resposta padrão do item 7 da pesquisa relacionada ao apoio metodológico do manual nas atividades demonstrativas.	154
30 – Histograma e a resposta padrão do item 8 da pesquisa relacionada a aplicação da metodologia em outros conteúdos da Física.	154
31 – Histograma e a resposta padrão do item 9 da pesquisa relacionada a viabilidade da proposta nas disciplinas química, biologia e matemática.	155
32 – Histograma e a resposta padrão do item 10 da pesquisa relacionada a funções e tarefas docentes estabelecidas nas etapas da proposta.	155

LISTA DE IMAGENS

1 – Pêndulo de Foucault em Panthéon	23
---	----

LISTA DE QUADROS

1 – Principais Fatos que Marcam o Processo de Revalidação da Metodologia Demonstrativa no Ensino de Física no Brasil.....	26
2 – O Estado da Arte quanto à Validação das Demonstrações Experimentais Significativas por Investigação no Ensino da Física no Ensino Médio	33
3 – Processo Inicial de Assimilação por Subsunção	40
4 – Processo de Assimilação Obliteradora	40
5 – Oficinas Pedagógicas e suas Finalidades	62

LISTA DE TABELAS

1 – Temáticas mais pesquisadas na Área de Conhecimento X Ano de Publicação	32
2 – Frequência de Pesquisas no Ensino de Física no Período de 1996 a 2006 no Brasil	37
3 – Dados do Diagnóstico Relacionado à Metodologia de Ensino Experimental de Física na Escola Investigada	61
4 – Possíveis Visões Distorcidas da Ciência do Ensino Sendo Transmitidas aos Alunos por Ação ou Omissão	75
5 – Avaliação do Manual Quanto Suas Contribuições na Prática Docente no Ensino Demonstrativo	78

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	15
CRITÉRIOS ESTRUTURANTES PARA UM ENSINO DE FÍSICA DEMONSTRATIVO POR INVESTIGAÇÃO	19
1.1 O ENSINO DA FÍSICA E AS DEMONSTRAÇÕES EM UM BREVE PROCESSO HISTÓRICO E EPISTEMOLÓGICO	20
1.1.1 <i>Experimentum Crucis</i> : Experiências e Demonstrações que Revolucionaram a Ciência.....	20
1.1.2 O Avanço no Ensino Experimental Demonstrativo da Física no Mundo e no Brasil.....	24
1.2.1 O ENSINO DE FÍSICA EXPERIMENTAL E AS DEMONSTRAÇÕES EXPERIMENTAIS INVESTIGATIVAS (<i>DEI's</i>).....	27
1.2.2 Demonstração Experimental Investigativa (<i>DEI's</i>) em Sala de Aula: O Objeto de Investigação.....	27
1.3 ESTADO DA ARTE DO ENSINO DA FÍSICA E AS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS DEMONSTRATIVAS.....	32
1.4 DUAS TEORIAS COGNITIVISTA-CONSTRUTIVISTAS E SUAS CONTRIBUIÇÕES PARA AS <i>DEI's</i>	38
1.4.1 Teoria da Assimilação da Aprendizagem e da Retenção Significativas de David P. Ausubel	38
1.4.2 Teoria Interacionista Sócio-Cultural e Histórica de Vygotsky	42
1.4.3 Contribuições das Duas Teorias Cognitivista-Construtivistas para as <i>DEI's</i>	44
1.5 UM PANORAMA SOBRE A FORMAÇÃO DE PROFESSORES E O ENSINO DE FÍSICA EM NOSSO CONTEXTO.....	45
1.6 DEMONSTRAÇÕES EXPERIMENTAIS POR INVESTIGAÇÃO (<i>DEI's</i>): UMA NECESSIDADE NO PROCESSO EDUCATIVO DO ENSINO DA FÍSICA.....	49

A PESQUISA CIENTÍFICA E AS CONTRIBUIÇÕES METODOLÓGICAS.....	53
2.1 CARACTERÍSTICAS DA PESQUISA.....	54
2.1.1 Tipo de Pesquisa.....	54
2.2 PERFIL E PRÁTICA DOS PROFESSORES DE FÍSICA.....	55
2.3 AS ETAPAS DA PESQUISA.....	56
2.3.1 Instrumentos de Pesquisa.....	56
O RESULTADO FINAL.....	79
3.1 O RESULTADO FINAL.....	80
3.2 O MANUAL METODOLÓGICO.....	80
3.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS	132
REFERÊNCIAS.....	133
ANEXOS.....	145
Anexo 1 – Contribuições Diretas das Duas Teorias Construtivista-Cognitivistas na Proposta Metodológica das <i>DEI's</i>	146
Anexo 2 – Diagnóstico	147
Anexo 3 – Questionário Quanto á Visão de Ciência Pelos Docentes.....	150
Anexo 4 – Questionário Avaliativo da Proposta Metodológica	154

INTRODUÇÃO

Diante do fracasso escolar no ensino da Física, acredita-se que a causa de alguns dos maiores entraves dentro desse processo educativo esteja na inadequada didática aplicada, onde a intenção de quem ensina, muitas vezes é pervertida durante o processo por falta de uma abordagem estratégica que acompanhe e respeite o andamento lógico da aprendizagem.

Ações pedagógicas equivocadas desconhecem que a existência de um ensino não remete obrigatoriamente a existência de uma aprendizagem, onde o 'agir' sem refletir sobre o 'como agir', está fadado ao fracasso, pois, se educar visa transformar o sujeito, como fazer isso desconsiderando o que pensa e o que é esse sujeito? Geralmente, professores buscam justificar o insucesso de suas ações no desinteresse e passividade dos estudantes, ignorando que a possível causa pode estar em suas próprias visões deformadas de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) que estão sendo transmitidas aos alunos com atitudes ou omissões, e assim promovendo recusa e obstáculos para a aprendizagem.

A Física é uma ciência eminentemente experimental, e um profissional dessa área não pode ignorar sua essência investigativa, descritiva e explicativa do comportamento da natureza (*Physiké*, do grego significa 'natureza'), no entanto, inexplicavelmente, a grande maioria dos professores de Física aborda um ensino excessivamente teórico, e desvinculado de seu lado 'belo' e desmistificador, que é o aspecto experimental.

Na qualificação e formação docente, o conjunto de competências e habilidades é propedêutico para a elaboração de estratégias metodológicas na condução do ensino, tanto na dimensão conceitual, como atitudinal e procedimental. Assim, uma compreensão sobre a didática é fundamental e não deve ser confundida com a didática de outras disciplinas, pois é específico e não universal, e válida para todos os casos. É necessário partir do pressuposto da multidimensionalidade do processo de ensino-aprendizagem, e tentar atender as necessidades legítimas na formação de competências que cada disciplina exige em seu contexto. No caso da Física, há uma necessidade de desenvolver habilidades específicas de seu currículo disciplinar, e conforme as recomendações do *PCNEM* (BRASIL, 2002), onde devem-se trabalhar os três conjuntos de competências: *Comunicar e Representar*;

Investigar e Compreender; e Contextualizar Social ou Historicamente o conhecimento.

Frente a essa ampla problemática educacional, o ensino da Física tem sido alvo de inúmeras discussões entre pesquisadores e educadores quanto ao aspecto metodológico e motivacional. Freqüentemente buscam alternativas para combater as justificativas relacionadas à ausência de recursos didáticos necessários, falta de laboratórios ou sucateação do mesmo, currículo extenso comparado à carga horária, alunos “sem base” teórica e matemática e etc. Entre tantas, a passividade se destaca por isolar e desmotivar o ensino nas aulas, porém, é consensual combater esse entrave de forma clara e objetiva, com uma abordagem fenomenológica, crítica e problematizadora da Física, explorando a discussão e a argumentação dos alunos, e assim, tornando-os agentes motivados e motivadores no processo de ensino-aprendizagem.

Até que ponto é significativo ensinar Física sem ao menos comprovar experimentalmente? De fato, ensinar Física não é impor, mas sim convencer e justificar através de evidências naturais, e isso ocorre na prática. Conforme Bazarian (1994), a prática é o complemento da teoria e vice-versa, tendo sua unidade dialética como critério supremo da verdade do conhecimento. Dessa forma, o ensino teórico deve caminhar correlacionando com os aspectos fenomenológicos e não pode dissociar-se da experiência e da realidade do aluno.

Uma contribuição dentro desse processo pode vir na *formação* contínua para os professores de Física ao propor uma alternativa metodológica que enfatize um *ensino experimental*. E assim, torna-se promissor pesquisar sobre *Atividades Experimentais Demonstrativas* diante da ausência dessas características na prática docente, e tão bem sucedida em outros contextos, no entanto, serão necessários desdobramentos para que eleve a categoria de estratégia metodológica.

Dentro do contexto amazônico, a prática docente apresenta-se culturalmente ainda muito enraizada a um ensino tradicional, tendo como objetivo predominante o ingresso do aluno em uma universidade, muitas vezes até sem preocupar-se com sua formação crítica, social e humana, e assim pervertendo o ideal educativo. Muitas vezes sendo imposto ao ensino seguir rigorosamente o cronograma do *Processo Seletivo Contínuo (PSC)*, onde os métodos mais utilizados são a excessiva cobrança na resolução de exercícios repetitivos, exploração demasiada da memorização de fórmulas e conceitos, solicitação de atividades educativas inibindo muitas vezes a

criatividade dos alunos, e com isso, excluindo a necessária e correta educação científica em funções de outros ideais.

Com tudo, ainda encontram-se professores de Física contagiados por uma síndrome de entusiasmo por estarem próximos da experimentação e pelo impacto que causam nos estudantes, entretanto, esse entusiasmo deve vir acompanhado pela aquisição de conceitos, e a ausência de orientações metodológicas adequadas nessas atividades podem torná-las infrutíferas e estéreis. Outrora, de forma equivocada, algumas escolas acreditam que a solução do ensino esteja no uso de recursos tecnológicos para a prática docente, menosprezando a necessária metodologia de ensino relacionada.

Diante de um contexto em que se predomina um ensino de Física de forma teórica, com uma visão empobrecida e distorcida da ciência, dando pouca ênfase a correlação macro-microscópica dos fenômenos, muitas vezes desorientados na manipulação da prática experimental e ainda assim motivados a realizá-las, busca-se resolver a seguinte *problemática*:

• **Como contribuir na formação contínua dos professores de Física do ensino médio no contexto amazônico, na intencionalidade de valorizar o processo de ensino-aprendizagem da terminologia através de práticas experimentais em salas de aula?**

A *Hipótese* gerada para a formulação desse questionamento é de que:

• **A elaboração de um *manual de orientações metodológicas experimentais demonstrativas*, fundamentado em critérios de um ensino de Física por investigação, permitirá auxiliar os professores de Física no 2º ano do ensino médio em sua prática pedagógica no conteúdo da terminologia.**

Dessa forma, o *Objetivo Geral* do trabalho se caracteriza como:

• **Elaborar um manual metodológico, que oriente os professores nas práticas experimentais demonstrativas investigativas no ensino de Física em salas de aula, tendo como exemplo o Modelo Cinético-Molecular.**

E os *Objetivos Específicos* a serem seguidos, são:

- *Identificar* os aspectos mais gerais e necessários para um ensino de Física por investigação dentro de uma visão cognitivo-construtivista;
- *Definir* a metodologia de pesquisa e o enfoque utilizado;
- *Conhecer* a realidade metodológica experimental do professor de física e focar em sua melhoria;

- *Valorizar* as contribuições dos professores entrevistados na (re)construção do modelo final do manual metodológico;

O **primeiro capítulo** está dividido em seis (06) tópicos, onde serão apresentados os critérios estruturantes para um ensino de Física por investigação, em especial, as *demonstrações experimentais investigativas (DEI's)*. Inicialmente serão comentadas algumas das mais importantes demonstrações para a história e desenvolvimento da ciência, as primeiras manifestações demonstrativas e alguns dos fatores que influenciaram seu processo de revalidação para o ensino da Física. Em seguida, são conceituadas as diferentes modalidades experimentais no ensino, enfatizando as atividades relacionadas às demonstrações. No terceiro tópico, encontra-se o estado da arte, e em seguida as contribuições da psicologia educacional cognitivista de Ausubel e Vygotsky, indicando caminhos promissores para a (re)construção do conhecimento científico e da metodologia. No quinto momento, é apresentado um panorama do ensino de Física no Brasil, indicativos da educação científica e a deficiência no ensino e na formação de professores de Física no Amazonas. Por fim, apresenta-se uma exposição de motivos para justificar a relevância das *DEI's* como necessidade e alternativa metodológica viável, a contribuir na formação docente e qualidade do ensino da Física em nosso contexto.

No **segundo capítulo**, encontram-se os detalhes do processo de investigação científica da pesquisa na escola, onde têm-se uma *análise diagnóstica* que serviu para orientar inicialmente e definir a metodologia científica, assim como comentários, sugestões e críticas dos professores-participantes, seu perfil profissional e, em outro momento, suas visões de ciência, onde na qual forneceram dados que colaboraram na (re)elaboração do manual de acordo com sua realidade.

No **terceiro capítulo** encontra-se o resultado final da pesquisa, que é o manual metodológico de demonstrações experimentais baseado em um ensino por investigação da termologia. Entre as sugestões e orientações quanto à didática para o ensino da termologia, tem-se com destaque: uma abordagem conjunta de demonstrações, a escolha criteriosa dos materiais, a seqüência lógica na abordagem, o estabelecimento das funções docentes no processo, a organização e seleção dos conteúdos, o modelo cinético-molecular como subsídio teórico facilitador da termologia, e o modelo mecânico horizontal como demonstração auxiliar na desmistificação dos fenômenos térmicos. Por fim, encontram-se as considerações finais da pesquisa.

– CAPÍTULO 1 –
CRITÉRIOS ESTRUTURANTES PARA UM ENSINO DE
FÍSICA DEMONSTRATIVO POR INVESTIGAÇÃO

1.1 O ENSINO DA FÍSICA E AS DEMONSTRAÇÕES EM UM BREVE PROCESSO HISTÓRICO E EPISTEMOLÓGICO

1.1.1 *Experimentum Crucis*: Experiências e Demonstrações que Revolucionaram a Ciência.

Nem todo experimento ou demonstração é considerado como *experimentum crucis* (experimento crucial ou crítico), no entanto, serão citados alguns dos experimentos mais importantes na história da ciência, baseado no livro de Robert P. Crease (CREASE, 2006), “os 10 mais belos experimentos”, destacando historicamente a modalidade de demonstração nas atividades experimentais.

As primeiras *demonstrações* foram de forma ocasional, assistemática e informal e ocorreram na Pré-história (5 m. a. – 4000 a.C.), sem fins educacionais, na intenção apenas em instruir, convencer ou provar algo a alguém, sendo isso é uma característica da natureza humana ao compartilhar socialmente suas idéias e habilidades

Já na Antiguidade (4000 a.C. – 476 d.C), Aristóteles (384 a.C. – 322 a.C.) estabeleceu uma concepção filosófica científica para explicar alguns fenômenos da natureza, com isso, *demonstrava* que a queda de um corpo ocorria pelo fato de ser composto de ‘terra’ (um dos quatro elementos primordiais), e ter seu lugar natural embaixo, de modo análogo fazia para explicar a chuva, a fumaça e formação de nuvens, entre outros.

Por volta de 300 a.C. surgem indícios das primeiras **atividades demonstrativas** realizadas no museu de Alexandria, construída por Ptolomeu I (GASPAR, 2005), considerada a primeira instituição a utilizar alguns dispositivos experimentais para *demonstrar* princípios físicos para grandes audiências. No mesmo período, Arquimedes de Siracusa (287 a.C. – 212 a.C.), considerado o maior gênio da Antiguidade, realiza **demonstrações práticas** ao rei Hierão e em público, entre as estórias esta a do arrastamento da nau encalhada utilizando um sistema de polias, o do princípio do funcionamento do sifão, da rosca sem fim, da roda dentada, da roldana móvel, da alavanca, e de sua obra-prima, a do princípio hidrostático que leva seu nome.

Erastóstenes (276-c. – 195 a.C.), contemporâneo de Arquimedes e considerado um dos sábios da Grécia antiga, foi o primeiro a medir o diâmetro da Terra, e com isso, o tamanho de nosso planeta. *Demonstrou* isso de forma

assombrosamente simples, considerando que os raios incidentes na Terra chegavam praticamente paralelos, o seu valor estimado foi de 252 estádios (um pouco mais de 40 mil quilômetros, e hoje se sabe que vale precisamente 40.074 km). Revelando assim, a beleza experimental na valorização do poder explicativo do pequeno, do temporal e da forma pela qual as coisas de todas as dimensões estão intimamente conectadas.

Durante a Idade Média (476 – 1453), as atividades demonstrativas mantiveram praticamente as mesmas características da Antiguidade. No século XII Surgem na Europa às primeiras escolas nos moldes das atuais, com crianças nas carteiras e professores em salas de aula, e as *demonstrações experimentais* no ensino começaram a ser utilizadas para fins educativos, mas sem destaque entre as metodologias aplicadas.

No século XVI, no início da Idade Moderna (1453 – 1789), Galileu (1564-1642), por volta de 1589, começou a investigar a queda dos corpos, e *demonstrou* em público na Torre Inclinada de Pisa a independência da velocidade de queda com o peso, e em 1604 realizou o *primeiro experimento científico moderno*, também conhecido como o *experimento “alfa”* ou *primal*, onde consiste na análise de um conceito novo denominado *aceleração*, ou taxa de variação da velocidade em relação ao tempo. Um marco histórico relevante é o *método experimental* de Galileu, e com ela surgem duas correntes importantes de pensamento para a Física experimental: a corrente *hipotético-dedutiva* (racionalista) tendo forte influência de René Descartes (1596 – 1650) e a corrente *indutivo-experimental* (empirista) onde se destaca Francis Bacon (1561 – 1626).

“se o experimento da Torre de Pisa foi uma **demonstração** que emergiu dos estudos de Galileu sobre a queda livre, indicando que os corpos de pesos diferentes caem juntos quando encontram uma resistência desprezível, o experimento do plano inclinado foi uma **demonstração** que emergiu dos estudos de Galileu sobre a queda livre para ilustrar a lei matemática nele envolvida.” (CREASE, 2006, p.47)

No século XVII, palestras de físicos renomados eram expostas na modalidade **lectures demonstrations** (demonstrações-palestra) na *Royal Society of London for Improving Natural knowledge* (Sociedade Real de Londres para Melhorar o Conhecimento Natural), na Grã-Bretanha, onde, desde a sua fundação em 1660 (GASPAR, 2005), apresenta demonstrações aos ilustres membros de forma semelhante a shows e peças teatrais, e tinha como lema no brasão institucional a

expressão *Nullius in verba*, tradicionalmente traduzida como “não aceite a palavra de ninguém como prova”, incitando a necessidade do critério da prova para validar a verdade de um conhecimento.

Em 1666, Isaac Newton (1642-1727) realiza seu *experimentum crucis* decompondo a luz do Sol com um conjunto de prismas, onde em 1671 realizou uma demonstração-palestra aos membros da Royal Society de um telescópio que inventara com base de seus estudos ópticos.

“O *experimentum crucis* de Newton foi o que os historiadores chamam de um experimento de descoberta, pois revelou um novo e inesperado aspecto do mundo em uma área na qual a teoria era fraca. Newton também extraiu de uma série de experimentos e o apresentou como uma **demonstração** que validava todo o seu trabalho.

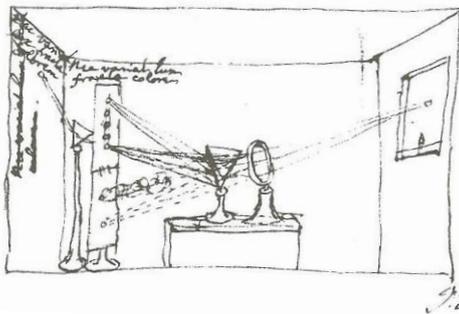


FIGURA 1 – Desenho de Newton. Fonte: Crease (2006)

Logo no início do período da Idade Contemporânea (1789 – até os dias de hoje), destaca-se a demonstração experimental de Cavendish (1731-1810) de 1798 na Royal Society para determinar a densidade da Terra. Por volta de 1800, a experiência de Thomas Young (1773 – 1829) é demonstrada na *Royal Institution*, revelando o comportamento ondulatório da luz, e contradizendo a concepção corpuscular newtoniana predominante. A discussão histórica sobre a natureza da luz somente ‘terminou’ com Albert Einstein (1879-1955) em seu *ano miraculoso* (1905) revelando a luz como onda-partícula.

Em janeiro de 1851, Jean-Bernard- Léon- Foucault (1819 – 1868) demonstrou experimentalmente um pêndulo para observar os efeitos da rotação da Terra ao promover seu movimento em um plano de oscilação. Com seu sucesso foi solicitado muitas vezes a realizar *demonstrações* ao público, como no Observatório de Paris entre os meridianos, e posteriormente no Panthéon, em Paris, a pedido do príncipe Napoleão Bonaparte. Os detalhes de sua *demonstração* foi publicado no *Journal des Débats* em 31 de março de 1851 com título “*Démonstration expérimentale du mouvement de rotation de La Terre*”. Sua demonstração se destaca na simplicidade, não interatividade e por desvendar algo radicalmente contra-intuitivo, ao surpreender

a capacidade equivocada de nossos sentidos e percepção para a compreensão do mundo.



IMAGEM 1 – Pêndulo de Foucault em Panthéon. *Fonte:* site http://www.if.ufrgs.br/tex/fis142/fismod/mod06/m_s06.html#exp01. Acesso: 08.03.10.

O físico norte-americano Robert Millikan (1868 – 1953), após dois anos de árduo trabalho experimental, publica em 1909 seu primeiro trabalho antes de uma série de publicações na revista *Science*, onde descreve de forma meticulosa o comportamento da “gota equilibrada”, publicando em 1913 o resultado para a carga do elétron em $4,774 \pm 0,009 \times 10^{-10} \text{ esu}$, sendo *demonstrado* e aceito pela comunidade científica ganhando o premio Nobel de 1923 pelo conjunto da obra.

Em 1911, Ernest Rutherford (1871 – 1937), como resultado de várias análises, e por sua experiência ao bombardear elétrons em uma fina folha de ouro, chegou a conclusões que definiam um novo modelo atômico. Algumas falhas foram corrigidas por Niels Bohr, e hoje o modelo é conhecido por Rutherford-Bohr.

Por fim, temos o fenômeno da fenda dupla de Young ao revelar a estranheza quântica da interferência de elétrons isolados. Apesar de não estar ligado a nenhum cientista em especial, o físico norte-americano Richard P. Feynman (1918 – 1988), em seu livro *Lições de Física* descreve esse fenômeno com um trio de experimentos na fenda dupla: (1) a ausência de interferência com objetos “inteiros” (balas); (2) a interferência com objetos “contínuos” (ondas d’água); e a (3) interferência com objetos aparentemente “inteiros” (elétrons).

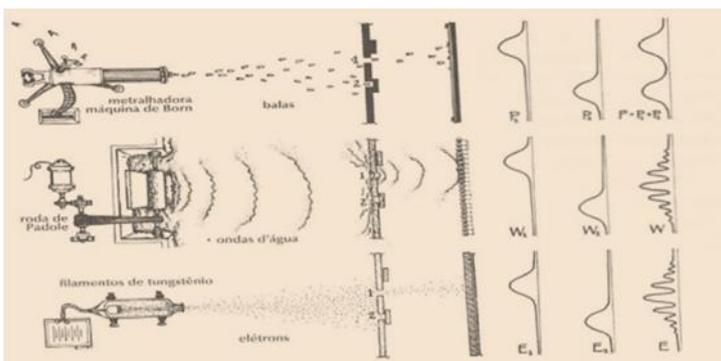


FIGURA 2 – Experiência de Feynman.

Fonte: Crease (2006).

1.1.2 O Avanço no Ensino Experimental Demonstrativo da Física no Mundo e no Brasil.

A Física foi introduzida como disciplina do currículo escolar brasileiro em 1837, no Colégio Pedro II, criado em 1838, no Rio de Janeiro, onde teve como objetivo dar organicidade ao ensino secundário servindo como colégio padrão aos outros estabelecimentos da época, desde então houve muitas tentativas desde transformação e de aperfeiçoamento do ensino de Física, baseadas na aplicação ou no desenvolvimento de atividades experimentais, e continuam a ser realizadas até hoje (MENEZES & VAZ, 2002).

O primeiro livro de física adotado, nesse mesmo colégio, foi “*La physique rééditée en tableaux raisonnés ou programme du cours de physique fait à l'École Polytechnique*”, de Etienne Barruel, de 1798 (JUNIOR & MATTOS, 2008).

Entre os séculos XIX e XX, as demonstrações no ensino de Física já eram praticadas e validadas como técnica de ensino, provavelmente por influência das **lectures demonstrations**, porém eram abordadas aos moldes da *Escola Tradicional*. Nessa época os equipamentos experimentais tinham alto custo e costumavam ser apresentados pelo professor em laboratórios didáticos de Física, que pouco lembram os que conhecemos hoje. Na época, a *experimentação* era baseada na utilização dos *Gabinetes de Física*, constituídos de aparelhos para serem manipulados pelo professor em *aulas demonstrativas*, onde apesar de sua utilidade, sem dúvida, foram abandonadas por falta de meios de comunicação, imaginação e tempo (MESEGUER & ESTELLES, 1994).

Um período muito significativo está na *metade do século XX*, onde devido a questões políticas e sociais, a corrida espacial e armamentista despertou um maior interesse pelo capital intelectual nos EUA. O produto dessa reforma no ensino de Física, entre outras disciplinas, está o *Physical Science Study Committee*¹ (PSSC), elaborado por um grupo de professores universitários, de professores de Física em nível secundário (*high school*) e do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), liderados por Jerrold Zacharias e Francis Friedman. Segundo Perini *et al* (2009), é considerado uma proposta metodológica revolucionária e com isso tornou-se uma referência por ser o precursor da era dos grandes projetos de ensino.

¹ O grupo reuniu cientistas, professores, psicólogos, escritores, fotógrafos, técnicos em filmagem e outros, num total de 282 pessoas, cujos esforços estavam voltados para produzir um novo curso de Física para a escola secundária norte-americana.

Nesse período, as mudanças curriculares no Brasil incluíam a substituição dos *métodos expositivos* pelos chamados *métodos ativos*, nos quais tinha a preponderância do laboratório de ciências (ALVES, 2006). As aulas práticas deveriam propiciar atividades que motivassem e auxiliassem os alunos na compreensão dos conceitos (*citado por* KRASILCHIK, 1987). O material produzido seguia uma linha metodológica do ensino de Ciências clara e objetiva, que visava o planejamento e a execução de *experimentos com a utilização de materiais simples* e de fácil acesso aos alunos.

A influência no desenvolvimento de material instrucional para o ensino de Física de nosso país (PERINI *et al* 2009), e entre outros projetos internacionais destacam-se (ROBERTO, 2009): o *Projeto Harvard* (1964) e *Nuffield Physics* (1962); outros mais recentes como o *Physics by Inquiry* (1996); *Tutorials in Introductory Physics* (2002); *Science for All Americans - Project 2061* (1990); e quanto brasileiros na década de 1960 e 1970, tem-se: *PSSC*; *Projeto Piloto*, *Projeto de Ensino de Física (PEF)*, *Física Auto-Instrutiva (FAI)*, *Projeto Brasileiro para o Ensino de Física (PBEF)*, *Projeto Nacional para Melhoria do Ensino de Ciências (PREMEN)*, assim como também grupos de estudos específicos foram criados, como por exemplo o *Grupo de Reelaboração do Ensino de Física (GREF)*.

Barra & Lorenz (1986) destacam um movimento inovador do ensino de Ciências representado por esses *grandes projetos*, onde tornou o *laboratório em um dos principais instrumentos* para o ensino dessa disciplina, deixando a demonstração experimental com pouco destaque, no entanto, a partir da década de 1970, começaram a surgir em todo mundo museus e centros de ciências, locais onde as *demonstrações experimentais* são o centro da atenção e do encantamento de seus visitantes, e assim, possivelmente que esse fato deu início a um processo de revalidação das *demonstrações experimentais* como metodologia para o ensino de ciências em salas de aula (GASPAR & MONTEIRO, 2005; MESEGUER & ESTELLES, 1994).

Culturalmente, esse tipo de atividade já é um obstáculo, pois se evidencia que a prática de ***demonstrações em sala de aula*** ainda não foi implantada em nosso contexto, basta observar nossas escolas para perceber que não possuem uma infraestrutura voltada para essa prática docente. O quadro abaixo busca ilustrar o avanço no ensino de Física no Brasil, possivelmente alguns parâmetros que ajudaram ou dificultaram a difundir o método experimental demonstrativo.

Quadro 1 - Principais Fatos que Marcam o Processo de Revalidação da Metodologia Demonstrativa no Ensino de Física no Brasil, 2010.

O ENSINO DEMONSTRATIVO DE CIÊNCIAS NO BRASIL: UM BREVE RETROSPECTO HISTÓRICO (1950 - 2010)

Década de 1950	(1) Esquecimento das atividades demonstrativas como modalidade de ensino há algumas décadas; (2) predominância de um ensino livresco fundamentado no ato de decorar no início dos anos de 1950; (3) surge um movimento para enfatizar o raciocínio e as atividades experimentais e ter, no âmbito das ciências, o produto da pesquisa; (4) em 1955, São Paulo patrocina a renovação curricular do ensino das ciências nas escolas através do <i>Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBECC/UNESCO)</i> .
Década de 1960	(1) Projetos traduzidos e adaptados no Brasil, no entanto, tais projetos não eram adequados para a situação (realidade) das escolas brasileiras. (2) em 1963-1964, é realizado o <i>Projeto Piloto de Ensino de Física – SP</i> (patrocinado pela UNESCO), tendo a participação de professores de vários países latino-americanos, dos EUA e da Suécia, em que foi elaborado um material para o “Ensino Programado” e atividades experimentais sobre o tema “Luz”; (3) por influencia desse movimento, em 1965 surgem os primeiros Centros de Ciência no país, dedicados, principalmente, ao treinamento de professores em serviço e a encorajar atividades de observação e de <i>laboratórios</i> nas escolas. A <i>demonstração experimental</i> tem pouca ênfase nos projetos de ensino de Física.
Década de 1970	(1) Em 1970, criação do primeiro Projeto Curricular Brasileiro, Inspirados nos projetos norte-americanos, porém, voltados, desde o início, para a situação das escolas brasileiras: Projeto de Ensino de Física (PEF), Física Auto-Instrutiva (FAI). Estes projetos enfatizavam o ensino ativo e as <i>atividades dos alunos</i> , inclusive de <i>laboratório</i> ; (2) surgimento das primeiras revistas especializadas no ensino da Física, Em 1971, após o 1º SNEF, é publicada a <i>Revista Brasileira de Física</i> com uma seção para o ensino até 1982, em 1979 surge à primeira revista especializada no ensino da Física, inicialmente sendo a <i>Revista de Ensino de Física</i> publicada pela <i>Sociedade Brasileira de Física (SBF)</i> , com publicação trimestral, onde em 1992 é denominada <i>Revista Brasileira de Ensino de Física</i> .
Década de 1980	(1) Ressurgem as atividades demonstrativas em forma de palestras, juntamente com o avanço com novos centros e museus de ciência; (2) Em 1984 surge o periódico: <i>Cadernos Catarinenses de Ensino de Física</i> , desde 2002 denominada <i>Cadernos Brasileiros de Ensino de Física</i> ; (3) em 1986 é realizado o 1º <i>Encontro de Pesquisadores em Ensino de Física</i>
Década de 1990	(1) As demonstrações experimentais são mais presentes no ensino de Física, de acordo com as publicações, porém, sendo abordada como simples técnica, com uma abordagem apenas ilustrativa e verificativa da ciência; (2) crescimento de revistas especializadas e de publicações destacando a modalidade demonstrativa no ensino experimental da Física como alternativa metodológica; (3) 1º Encontro entre pesquisadores na área de educação em ciências; (4) aumento de demonstrações-palestra sendo realizadas em museus e centros de ciência, das 113 existentes, cerca de 60% estão nas universidades, e dessas, apenas 3 estão no Amazonas.
Década de 2000	(1) Novas revistas especializadas; (2) consolidação de novos centros de pesquisa no ensino de ciências; (3) aumento de defesas de dissertações e teses destacando aspectos de um ensino experimental demonstrativo; (4) primeiro <i>Programa Nacional de Educação (PNE)</i> do Brasil, citando e recomendando indiretamente atividades experimentais demonstrativas.

FONTE: Hamburger E.W. (2002). *Adaptação:* Braga, Marcel (2010)

1.2 O ENSINO DE FÍSICA EXPERIMENTAL E AS DEMONSTRAÇÕES EXPERIMENTAIS INVESTIGATIVAS (DEI's)

A Física experimental lida com a observação fenomenológica, e de acordo com os objetivos da estratégia de ensino, o professor em sua prática experimental pode diferenciar-se conforme a intenção das habilidades escolhidas a serem desenvolvidas. Assim, dentre essas peculiaridades, as atividades experimentais, conforme o PCN+(BRASIL, 2002), elas podem ser classificadas como: *Experimentação ou Experiências de Laboratório; Demonstração em Sala de Aula e Estudos do Meio*. Nicot (2001) acrescenta ainda como atividade experimental a modalidade de 'Problemas Experimentais' em uma situação de investigação dentro do laboratório experimental, no entanto, não será enfatizado esse aspecto.

Quanto às diferentes metodologias experimentais disponíveis, Araujo & Abib (2003) caracteriza três graus de direcionamento nas atividades experimentais, as de natureza: *demonstrativa, verificativa e investigativa*. Destacam a importância de possibilitar um ambiente propício ao aprendizado de diversos conceitos científicos sem que sejam desvalorizados ou desprezados os conceitos prévios dos estudantes, com isso, considera-se primordial definir os enfoques e finalidades de ensino de acordo com a modalidade experimental escolhida.

A **Experimentação** ou experiências de laboratório é a modalidade de atividades experimentais no ensino da Física mais enfatizada e mais bem elaborada entre os pesquisadores, considerada *a priori* como técnica de ensino e *realizada exclusivamente pelos alunos*.

Quanto aos **Estudos do Meio**, é considerada uma variante do *estudo de caso*, se caracteriza por ser uma *técnica para pesquisa qualitativa* (TOSI, 2003) mediada pelo professor. O estudo do meio é, reconhecidamente, "um verdadeiro patrimônio da Escola Nova" (*citado por* BAZAN 1969, 99), onde é *necessária e imprescindível a saída do ambiente escolar*; o valor do estudo meio está na aproximação que viagens e excursões proporcionam a alunos e professores de várias áreas, sendo atividades extra-classe, mas jamais extra-curricular.

1.2.1 Demonstração Experimental Investigativa (DEI's) em Sala de Aula: O Objeto de Investigação

"A demonstração leva princípios abstratos e coloca-os em ações concretas, que são mais crível e mais fácil de compreender." (HAO *citado por* HILTON, 1996).

Um ensino de Física através de *demonstrações experimentais investigativas*, á um *modelo pedagógico* comprometido em transpor didaticamente o modelo consensual científico, e assim, favorecer uma aprendizagem com características de uma investigação científica, apesar dos aspectos reducionistas inerente nesse processo.

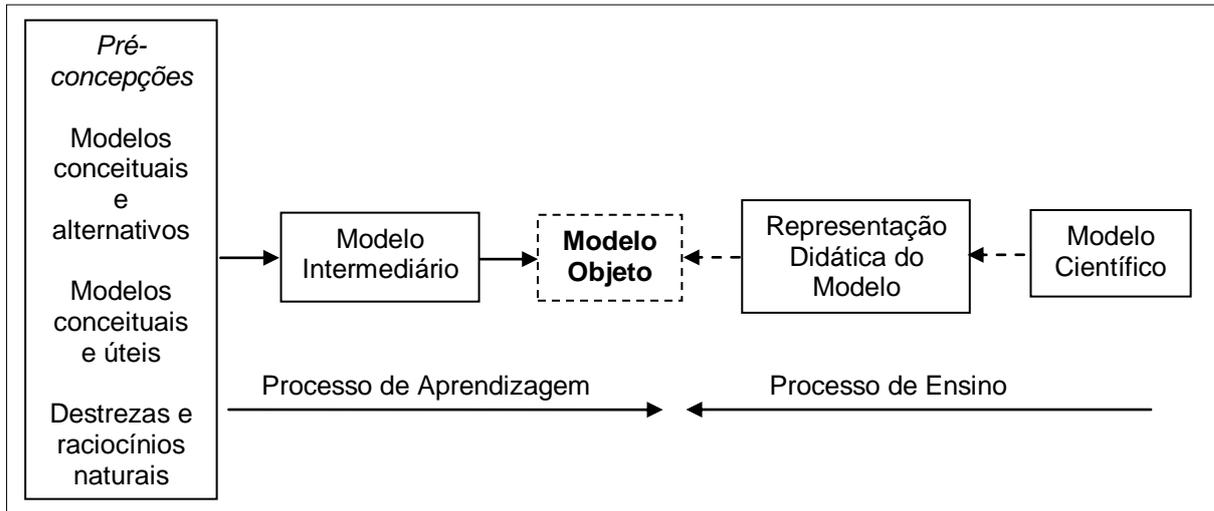


FIGURA 3 – Construção de Modelos. *Fonte:* LIMA (2007).

Segundo Lima (2007), esse é um processo de *analogia*, pois se constrói um *modelo objeto* a partir de um ensino que realiza comparação analógica. No caso, o *modelo intermediário* é o *modelo de aprendizagem* em processo de mudança, sendo construído em função de outro modelo que favorece uma visão correta de ciência.

Um modelo de ensino representa uma maneira diferente de apresentar um modelo consensual e não simplesmente uma simplificação do mesmo (JUSTI & MILAGRES 2001 *citado por* JUSTI 1997).

A importância de enfatizar esses aspectos está no fato de que o ensino de ciências, de um modo geral, está ligado diretamente à construção de modelos, e assim, levar em consideração esse processo de re-codificação de signos na elaboração desta proposta metodológica experimental demonstrativa.

De acordo com Veiga (2003), a demonstração didática se classifica em: (1) *intelectual*; (2) *experimental*; (4) *documentária*; e (5) *operacional*. Em consenso com outros autores, cita ainda três fundamentos teóricos ou pressupostos sobre a técnica da demonstração no processo educativo:

1. A dimensão humana, que não é estática nem definitiva, por ser produto das relações sociais historicamente determinadas;
2. A unidade dialética entre a teoria e a prática (BAZARIAN, 1994), sendo assegurada pela simultaneidade e reciprocidade, pela autonomia e dependência de

uma em relação à outra, pois, “assim como a teoria sem a prática é estéril, a prática sem a teoria é cega”. Apesar da dialeticidade, Lenin citado por Bazarian (1994) ressalta que a *prática tem primazia sobre a teoria*: “a prática está acima do conhecimento teórico, porque possui não só a dignidade da universalidade, como também a realidade imediata”, pois a teoria dá ao homem a possibilidade do êxito, mas é pela prática e na prática que essa possibilidade de êxito se torna realidade, com isso, tem-se: INTENÇÃO – AÇÃO = **NADA**; AÇÃO – INTENÇÃO = **ALGO**, e se; INTENÇÃO + AÇÃO = **TRANSFORMAÇÃO**.

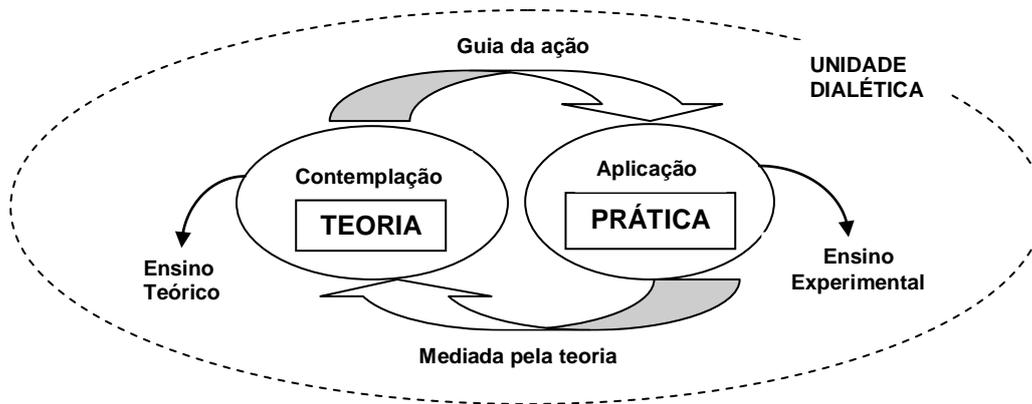


FIGURA 4 – Unidade dialética entre a teoria e a prática. *Fonte:* Braga, Marcel (2010).

3. Relação técnica e a dimensão política.

O fato da demonstração como técnica de ensino não se inscreve *formalisticamente*, ela não é capaz de realizar tudo sozinha, sendo um instrumento neutro, isolado e auto-suficiente. É necessário concebê-la como encadeada a outras técnicas e elementos das ações pedagógicas, como o seminário, a experimentação, o estudo do meio, a aula expositiva, entre outras.

Para isso, na construção de uma estratégia metodológica deve-se buscar satisfazer os requisitos fundamentais e necessários do objetivo pedagógico. Nicot (2001, p.26) apresenta alguns desses requisitos para as atividades experimentais demonstrativas, que serão valorizados: (1) os estudantes devem estar preparados para a percepção do experimento; (2) a instalação da demonstração deve ser simples, de acordo com as possibilidades, se necessário utilizar instrumentos conhecidos pelos estudantes; (3) o experimento deve ser visto claramente por todos os alunos da aula; (4) o ritmo da demonstração deve corresponder com o ritmo da exposição oral e da velocidade de percepção dos estudantes; (5) o experimento de demonstração deve ser convincente e a instalação para sua realização segura.

Entre algumas das características mais específicas relacionadas à estratégia metodológica demonstrativa, tem-se: (1) que é um processo *mediado preferencialmente pelo professor* por um **meio** ou **ambiente de aprendizagem** (demonstração real e concreta/ demonstração virtual e simulada); (2) que, sendo *demonstrações reais e concretas*, se diferencia quanto ao **material utilizado** (alternativos e sofisticados); (3) o **aspecto funcional dos modelos físicos** (icônicos e analógicos); (4) o **aspecto fenomenológico da abordagem** (observação direta e indireta); e o (5) **princípio lógico da abordagem** (formal e dialética), no entanto a análise para alguns desses parâmetros deve ser incluída em uma proposta mais complexa e estruturada.

Quanto ao **ambiente de ensino**, podem ser classificadas de acordo com a sua finalidade, e assim adquirem funções e características diferentes, tais como (GASPAR, 2005): (1) atividades de demonstração em conferências ou palestras (*lecture demonstrations*) (2) atividades de demonstração em museus e centros de ciências (*lecture demonstrations*); (3) atividades de demonstração em sala de aula.

Quanto aos **procedimentos metodológicos**, temos (ARAÚJO & ABIB, 2003): (1) demonstrações fechadas e (2) demonstrações/observações abertas.

Por apresentar diversas características inerentes às atividades investigativas, considera-se mais adequado inserir as atividades de demonstração/observação abertas, com relação ao grau de direcionamento, na categoria de *investigação*.

O aspecto investigativo das demonstrações é estabelecer que a ação do aluno não se deva limitar apenas ao trabalho de manipulação ou observação, ela deve também conter características de um trabalho científico: o aluno deve refletir, discutir, explicar, relatar, o que dará ao seu trabalho as características de uma investigação científica (CARVALHO *et al*, 2006; NASCIMENTO & CARVALHO, 2007).

Na construção da proposta, foram seguidas as recomendações de Ausubel e Vygotsky em selecionar criteriosamente os materiais utilizados, e elaborar tarefas e mecanismos de forma lógica, de acordo com os objetivos do ensino. No caso, a finalidade das demonstrações experimentais se concentra em promover a aquisição e retenção significativa de conceitos relacionados à física térmica, através de um ensino por investigação, podemos denominá-la de *Demonstrações Experimentais Investigativas (DEI's)*.

Nesta proposta, para que as demonstrações cumpram sua finalidade, elas devem possuir as seguintes características: (1) criteriosamente escolher *materiais potencialmente significativos*, para isso deve ser feito um diagnóstico prévio que revele os pseudoconceitos dos alunos e direcione essa escolha; (2) utilizar *mecanismos de aprendizagem significativa*, ou seja, utilizar uma didática que favoreça uma comparação entre o novo conceito e o pseudoconceito; e (3) solicitar *tarefas logicamente significativas* aos alunos, que facilite a exposição dos conceitos prévios e coloque-os em conflito cognitivo.

Sendo um *modelo de ensino*, as *DEI's* destacam-se na interação social com o uso de instrumentos (modelos físicos reais), elaborados com materiais alternativos simples, com abordagem aberta, com abordagem dialética e analógica, possibilitando observações fenomenológicas diretas e indiretas, direcionado a espaços formais de ensino, seguindo etapas de uma investigação científica por parte dos alunos, onde o professor caracteriza-se apenas como um mediador coadjuvante no processo, guiando de forma imparcial, promovendo discussões e conflito cognitivo, que são consideradas estratégias aliadas. Dessa forma, as competências docentes são fundamentais para a proposta atinja seus objetivos e seja bem sucedida.

As Demonstrações Experimentais Investigativas, nessa proposta podem ser definidas como *método de ensino experimental investigativo baseado na mediação semiótica, onde se expõe e manipulam modelos físicos visando à aquisição significativa de conceitos através de assimilação subsunciva*.

Apesar dos alunos não manipularem objetos não são considerados passivos, pois sua observação deve ser crítica, buscando maior autonomia nas ações do processo, permitindo escolher meios e procedimentos na demonstração em outro ciclo investigativo, e assim testar e verificar suas concepções. Busca-se com isso, não somente uma reestruturação conceptual, mas também procedimental e atitudinal.

Fundamentando a abordagem da proposta, a estratégia '*prediga-observe-explique*' (*POE*) citada por Caldeira (2008), destaca a participação dos alunos em quatro momentos decisivos nesse processo: na *problematização*, na *previsão*, na *descrição* e na *discussão*, caso contrário é reduzida a uma atividade do tipo observação passiva, com direcionamento demonstrativo ilustrativo e descritivo.

1.3 ESTADO DA ARTE DO ENSINO DA FÍSICA E AS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS DEMONSTRATIVAS

Devido a um rico acervo de referências significativamente importante para o objeto de investigação, dois artigos se destacam na referência na pesquisa: (1) Araújo & Abib (2003) e (2) Ferraz *et al* (2009).

Araújo & Abib (2003), relatam as possibilidades de validar as atividades de caráter demonstrativo, amplamente utilizada pelos autores pesquisados. Os trabalhos que focam esse paradigma propõem ilustrar diversos aspectos dos fenômenos estudados, e dessa forma podem contribuir para o aprendizado dos conceitos físicos abordados na medida em que essa modalidade pode ser empregada através de procedimentos que vão desde uma mera observação de fenômenos até a criação de situações que permitam uma participação mais ativa dos estudantes, incluindo a exploração dos seus conceitos alternativos de modo a haver maiores possibilidades de que venham a refletir e reestruturar esses conceitos.

TABELA 1 - Temáticas mais pesquisadas na Área de Conhecimento X Ano de Publicação.

ÁREA	1992 – 2001										T	%
	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01		
Mecânica	0	1	3	5	1	2	3	2	2	9	28	30,4
Óptica	0	0	3	1	1	1	2	4	3	6	21	22,8
Eletr. Magnet.	0	4	1	0	0	2	2	5	2	3	19	20,7
Física Moderna	0	1	0	0	0	0	2	2	0	2	7	7,6
Calorimetria	0	2	0	1	0	0	1	0	0	0	4	4,3
Hidrodinâmica	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	4	4,3
Gases	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	3	3,3
Astronomia	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	3	3,3
Ondulatória	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	3	3,3
Total	0	9	9	9	4	5	10	17	8	21	92	100

Fonte: Araújo & Abib (2003)

O grau de direcionamento nas atividades experimentais se distribui da seguinte forma: *verificação 35,6%, investigação 28,8% e demonstração 35,6% (opus cit, 2003).*

Abaixo se encontram alguns dos trabalhos mais significativos para a pesquisa, sendo acompanhados de um breve resumo que relaciona à sua contribuição quanto ao objeto de investigação deste trabalho. Como legenda tem-se: (1) os números referem-se a artigos; (2) 'D' representa dissertações; (3) 'T' as teses de doutorado; e (4) 'P' aos projetos de ensino, distinguindo-os da relevância funcional demonstrativa na abordagem.

QUADRO 2 - O Estado da Arte quanto à Validação das Demonstrações Experimentais Significativas por Investigação no Ensino da Física no Ensino Médio, 2010.**I – TÉCNICA EXPOSITIVA DE DEMONSTRAÇÕES EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE FÍSICA EM SALA DE AULA: ELEMENTO NECESSÁRIO NA FORMAÇÃO E PRÁTICA DOCENTE.**

D1	“O ENSINO EM UMA ABORDAGEM CTS: EVOLUÇÕES NAS CONCEPÇÕES DE FUTUROS PROFESSORES DE FÍSICA”, Silva (2009)	Na dissertação encontram-se relatos de futuros professores de Física validando atividades experimentais demonstrativas em sala de aula, porém esse aspecto é apenas diagnosticado.
T1	“O PAPEL DOS ENGENHEIROS E MATEMÁTICOS NA HISTÓRIA DO ENSINO DE FÍSICA NO PARÁ (1931 – 1970)”, Almeida (2006)	Em sua tese, cita a necessidade de um ensino de Física mais experimental, assim como a precariedade de práticas demonstrativas na ação docente. Fato relevante é o indicativo não é explorado esse aspecto formativo docente, além da falta de criatividade e da imperícia em manusear os laboratórios de Física, quando existe ou quando o mesmo encontra-se em condições mínimas para ser utilizado.

II - VALIDANDO ATIVIDADES EXPERIMENTAIS DEMONSTRATIVAS EM SALA DE AULA

D2	“NA INTEGRATION OF HISTORY AND DEMONSTRATIONS OF PHYSICS INTO THE INTRODUCTORY PHYSICS COURSE”, Hao (1996)	A dissertação mostra a relação da história da física associada a demonstrações na introdução do ensino, foi observado o método de coleta de dados na análise feita e adaptada ao desenho experimental utilizado neste trabalho.
D2	“SITUAÇÕES DE ENSINO-APRENDIZAGEM: ANÁLISE DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA DE FÍSICA A PARTIR DA TEORIA DAS SITUAÇÕES DE BROUSSEAU”, Azevedo (2008)	A dissertação cita três situações onde são aplicadas demonstrações investigativas clássicas, uma no caso da indução de Faraday, outra de Ørsted e outra menos clássica, relacionada à visualização do campo magnético com o uso de um ímã e limalha de ferro.
D3	“ANÁLISE COMPORTAMENTAL DO MODELO DE MUDANÇA CONCEITUAL”, Chirinéa (2006)	A dissertação valida às demonstrações como estratégias que favorecem uma mudança conceitual nos alunos.
D4	“A ESTRATÉGIA “PREDIGA-OBSERVE-EXPLIQUE” SUPORTADA POR COMPUTADOR NA APRENDIZAGEM DE CONCEITOS DA ELECTRICIDADE”, Caldeira (2008)	A maior contribuição desta dissertação está no fato de apresentar a estratégia ‘prediga-observe-explique’(POE), onde na qual está diretamente voltada para demonstrações experimentais que associe a observação à atividade intelectual dos alunos. A proposta é fazer com que os alunos participe em quatro momentos decisivos: na problematização, na previsão, na descrição e na discussão.
D5	“MODELO CINÉTICO-MOLECULAR: ABORDAGENS E POSSIBILIDADES NO ENSINO DA QUÍMICA”, Moreira (2007)	Apesar de a dissertação estar direcionada para o ensino da química, válida as demonstrações experimentais do modelo cinético-molecular na desmistificação dos fenômenos na Física. Destaque para a classificação dos aspectos fenomenológico, teórico e representacional, assim como a sugestão de competências e habilidades específicas de serem trabalhadas no modelo.
T2	“LA DIRECCIÓN DEL MÉTODO EXPERIMENTAL Y SU INFLUENCIA EM EL DESARROLO DE HABILIDADES LÓGICAS EN LOS ESTUDIANTES DE LA ASIGNATURA FÍSICA DEL 10.GRADO”, Nicot (2001)	Nicot em sua tese destaca o papel e contribuições do ‘método experimental’ no ensino de Física em Cuba, no entanto, destacam-se a estrutura das atividades experimentais com a modalidade de ‘problemas experimentais’ associados à experimentação; alguns requisitos fundamentais para a prática de demonstrações experimentais; estrutura lógica das demonstrações experimentais; e sugestões de tarefas para um aprendizado por investigação.
1	“DEMONSTRAÇÃO EM TEORIA CINÉTICA”, Marques <i>et al</i> (2004)	O artigo descreve um dispositivo desenvolvido para ser utilizado como recurso instrucional auxiliar no ensino da teoria cinético-molecular. O aparelho permite a simulação do comportamento térmico dos gases quando submetidos à variação de temperatura, possibilitando visualizar os efeitos da variação da energia cinética de suas moléculas, associando-os com as propriedades térmicas da matéria. O aparelho foi desenvolvido com materiais facilmente encontráveis e de baixo custo, sendo de confecção simples.
2	“ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE FÍSICA: DIFERENTES ENFOQUES, DIFERENTES FINALIDADES”, Araújo & Abib (2003)	Considerado um artigo fundamental no levantamento e análise de vários outros trabalhos que relacionam demonstrações, desde 1992. Através de uma análise crítica, foi possível distinguir o grau de direcionamento dado as atividades experimentais em demonstrativas, verificativas e investigativas.
3	“ENSINO-APRENDIZAGEM DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO: O ESTADO DA ARTE NA PRODUÇÃO ACADÊMICA NO SÉCULO XXI”, Ferraz <i>et al</i> (2009)	Artigo fundamental para analisar os trabalhos mais recentes publicados na área do ensino da Física experimental, que aborde as demonstrações e identifique as tendências do ensino nessa área específica. Outro aspecto relevante foi o de verificar e comparar como os dados da pesquisa anterior de Araújo & Abib (2003).

III - DEMONSTRAÇÕES-OBSERVAÇÕES SIMPLES COMO PROCESSO INVESTIGATIVO DISCENTE DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO

P1	“O ENSINO INTERATIVO DE FÍSICA: ATIVIDADES EXPERIMENTAIS PARA ENSINAR FÍSICA”, Cerqueira (2004)	O texto se classifica como um manual para ensino experimental de Física, onde ressalta um conjunto de experimentos, com roteiros a ser utilizado pelos alunos, porém sem perder a interatividade social no processo. Dessa forma, sugere uma diversidade de experimentos que valem serem adaptados para uma prática demonstrativa em sala de aula.
----	---	--

QUADRO 2 - O Estado da Arte quanto à Validação das Demonstrações Experimentais Significativas por Investigação no Ensino da Física no Ensino Médio, 2010. (continuação)

D6	“APRENDIZAGEM ATIVA EM ÓPTICA GEOMÉTRICA: EXPERIMENTOS E DEMONSTRAÇÕES INVESTIGATIVAS”, Roberto (2009)	A dissertação de mestrado é a obra encontrada que mais se aproxima do principal objeto de investigação deste trabalho, nele é enfatizada a aprendizagem ativa, baseado em manuais da UNESCO do século XX e em outros materiais instrucionais americanos, porém a ênfase sobre a questão metodológica de ensino é pouco explorada.
D7	“ATIVIDADES DE ÓPTICA EXPLORADAS NO ENSINO MÉDIO ATRAVÉS DE REFLEXÕES EPISTEMOLÓGICAS COM EMPREGO DO V DE GOWIN”, Batistela (2007)	A dissertação de Batistela apresenta demonstrações reais simples usando espelhos planos, além de modelar através projeções virtuais. Um fato importante é a investigação realizada pelos alunos, onde parte da observação demonstrativa e depois com o uso do diagrama V de Gowin, estruturar o conhecimento proporcionando uma aprendizagem significativa em grupo.

IV - DEMONSTRAÇÕES SIMPLES, CURTAS, PRÁTICAS E EFICAZES NA FORMAÇÃO DE CONCEITOS

T3	“CONCEITOS DE FÍSICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA E NA ACADEMIA: APROXIMAÇÕES E DISTANCIAMENTOS”, Carlo (2007)	Além de evidenciar a necessidade de atividades experimentais na prática docente, em sua tese mostra a eficácia na formação de conceitos e a verificação da teoria pela prática demonstrativa.
4	“FAÇA VOCÊ MESMO: A ÁGUA NÃO DERRAMA”, Catelli & Pezzini (2001)	A pressão da água e do ar (de cima para baixo) contidos no copo é igual à pressão atmosférica (de baixo para cima) sobre o balão, de modo que o equilíbrio é mantido, e a água não derrama!
5	“NOVAS ESTRATÉGIAS DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA E REVITALIZAÇÃO DO ENSINO DE CIÊNCIAS NAS ESCOLAS”, Valadares (2001)	Este artigo apresenta um novo enfoque de divulgação científica voltado para a revitalização do ensino de ciências nas escolas dos ensinos médio e fundamental. Sua meta é a realização de projetos práticos de baixo custo visando o desenvolvimento da criatividade e da cidadania através de uma atitude pró-ativa de alunos e professores.
6	“FAÇA VOCÊ MESMO: MOVIMENTO DO CENTRO DE MASSA”, Netto (2001)	Visualização do movimento do centro de massa de um corpo, com o uso de materiais de baixo custo, duas canetas esfereográficas, uma folha de papel e uma caixa de madeira.

V - DEMONSTRAÇÕES SIMPLES DE BAIXO CUSTO E COM ALTO GRAU DE CONHECIMENTO**VI - DEMONSTRAÇÕES SIMPLES, FÉRTEIS E POTENCIALMENTE MOTIVACIONAIS NO PROCESSO ENSINO-APRENDIZAGEM**

D8	“A INSERÇÃO DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE FÍSICA EM NÍVEL MÉDIO: EM BUSCA DE MELHORES RESULTADOS DE APRENDIZAGEM”, Alves (2006).	A dissertação enfatiza a relevância das atividades experimentais demonstrativas nas salas de aula, onde na qual promove a motivação entre os alunos, atrai a atenção e desperta o interesse pela Física. A autora se fundamenta na Teoria de Ausubel e encontra evidências de um aprendizado significativo.
7	“MAGNETIC FORCE BETWEEN PARALLEL CURRENTS”, Neto & Canalle (2001)	Neste artigo mostra-se como construir um experimento para demonstrar qualitativamente o efeito de atração e repulsão entre condutores paralelos quando portando correntes, usando materiais de baixíssimo custo, alta eficiência em seus objetivos e de fácil construção.
8	“DEMONSTRE EM AULA: FREIO MAGNÉTICO”, Canalle & Moura (2000)	Este artigo sugere uma experiência, utilizando uma montagem simples e de baixo custo, que ilustra o efeito retardatório provocado pelas correntes de Foucault no movimento de uma chapa metálica suspensa que oscila dentro de um campo magnético.
9	“DEMONSTRE EM AULA: FREIO MAGNÉTICO”, Canalle & Moura (2000)	Este artigo sugere uma experiência, utilizando uma montagem simples e de baixo custo, que ilustra o efeito retardatório provocado pelas correntes de Foucault no movimento de uma chapa metálica suspensa que oscila dentro de um campo magnético.

VIII - DEMONSTRAÇÕES SIMPLES OTIMIZANDO A GESTÃO DO TEMPO NO ENSINO E FAVORECENDO O CUMPRIMENTO DO CURRÍCULO DISCIPLINAR DA FÍSICA

D9	“UMA PROPOSTA PARA CARACTERIZAR A ATUAÇÃO DO PROFESSOR NA SALA DE AULA”, Scarinci (2006)	Scarinci aborda em sua dissertação a necessidade de orientações metodológicas quanto à prática demonstrativa em sala de aula. Um estudo de caso com a prática docente de uma professora de Física identifica que as demonstrações podem contribuir com relação a gestão do tempo, favorecendo o cumprimento disciplinar; foi realizada uma discussão quanto as demonstrações como metodologia válida de ensino.
-----------	--	---

IX - DEMONSTRAÇÕES SIMPLES COM ÊNFASE NA INTERDISCIPLINARIDADE COM A BIOFÍSICA DA VISÃO

D10	“ANÁLISE DE UMA EXPERIÊNCIA INVESTIGATIVA E INTERDISCIPLINAR NO ENSINO DE CIÊNCIAS”, Perez (2008)	É relatado a importância de demonstrações investigativas e laboratórios abertos como métodos válidos para o ensino de ciências, e desta a dissecação do olho de um boi utilizando essa proposta interdisciplinar metodológica. Porém, não são enfatizados os procedimentos metodológicos da prática demonstrativa no ensino de ciências.
------------	---	--

QUADRO 2 - O Estado da Arte quanto à Validação das Demonstrações Experimentais Significativas por Investigação no Ensino da Física no Ensino Médio, 2010. (continuação)

10	“VISUALIZAÇÃO DA MIOPIA, DA HIPERMETROPIA E DO ASTIGMATISMO ATRAVÉS DO SIMULADOR DIDÁTICO DO GLOBO OCULAR”, Guedes <i>et al</i> (2000)	Neste artigo apresentam-se novas aplicações do simulador didático do cristalino ocular na reprodução (demonstração) da miopia e hipermetropia axiais e do astigmatismo.
11	“ABRINDO O OLHO: DISSECANDO UM OLHO DE BOI PARA ENTENDER A ÓPTICA DO OLHO HUMANO”, Saba & Epiphanyo (2001)	O artigo descreve sucintamente os aspectos físicos que possibilitam aumentar a capacidade da visão e corrigir algumas de suas debilidades, dessa forma, sugere uma atividade muito interessante, que ilustra os princípios de funcionamento do olho e suas partes principais por meio da dissecação de um olho de boi, exemplo de uma demonstração de caráter investigativo.
12	X - DEMONSTRAÇÕES SIMPLES COM ÊNFASE NA HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA, FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA E FÍSICA DO COTIDIANO	
D11	“TEXTO E CONTEXTO PARA O ENSINO DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NA ESCOLA MÉDIA”, Junior (2003)	A dissertação focaliza metodologias para a inserção de tópicos de Física Moderna e Contemporânea no ensino médio através da experimentação, e enfatiza a técnica de textos e hipertextos nesse processo, porém não cita a técnica de demonstrações.
T4	“O ENSINO DE FÍSICA SOLAR EM UM ESPAÇO NÃO-FORMAL DE EDUCAÇÃO”, Aroca (2008)	A tese de Aroca está voltada a validar o processo de educação em ambientes não-formais, no entanto ele enfatiza a importância da demonstração experimental retratando a história da ciência, e assim o faz ao retratar a estimativa de Aristarco de Samos com relação à distância da Terra ao Sol.
T5	“CONTATOS: A FICÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO DE CIÊNCIAS EM UM CONTEXTO SÓCIO CULTURAL”, Piassi (2007)	Relata em sua tese elementos relacionados à literatura, como estórias de romance, como texto inspirador de atividades experimentais, buscando identificar e explorar os fenômenos físicos envolvidos na estória, e assim discutir e investigar com os alunos.
13	“INTERFERÔMETRO DE MICHELSON”, Catelli & Vicenzi (2001)	É descrito o material e os detalhes da montagem de um interferômetro de Michelson de baixo custo. A fonte de luz é um laser de diodo (“laser pointer”), o divisor de feixe consiste em uma lâmina espessa de acrílico ou vidro. Os espelhos de primeira face são improvisados com lentes de óculos de sol, cuja convexidade elimina a utilização da lente expansora. O posicionamento dos “espelhos” é feito com massa de modelar e as vibrações mecânicas são evitadas, montando o sistema sobre uma laje de pedra. Um escurecimento moderado da sala é suficiente, já que as franjas de interferência apresentam bom contraste.
14	“VISUALIZANDO ONDAS ELETROMAGNÉTICAS ESTACIONÁRIAS (UM EXPERIMENTO NA COZINHA DE CASA)”, Laburú <i>et al</i> (2000)	Inserido numa proposta para o ensino médio de Física, aplicado à tecnologia contemporânea, este trabalho propõe um experimento caseiro para visualizar ondas eletromagnéticas estacionárias que se formam no interior da cavidade de um forno microondas. A idéia central é partir da motivação inicial dada por este experimento, quando se está estudando, por exemplo, o tópico ondas, na disciplina de Física, a fim de compreender-se o funcionamento deste eletrodoméstico caseiro que faz parte do cotidiano dos alunos.
XI - DEMONSTRAÇÃO VIRTUAL – UMA CONCEPÇÃO ALTERNATIVA		
D12	“USO DE SIMULADORES E IMAGENS COMO FERRAMENTAS AUXILIARES NO ENSINO/APRENDIZAGEM DE ÓTICA”, Valmir Heckler (2004)	Nesta dissertação foi desenvolvido um texto hipermídico sobre ótica para o ensino médio e são abordados tópicos de ótica geométrica e ótica Física, com o uso intensivo de tecnologias da informação, abrangendo a exploração de simuladores (Java Applets), de imagens e animações, acompanhadas de textos teóricos explicativos.
D13	“O USO DE ANIMAÇÕES VISANDO A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE FÍSICA TÉRMICA NO ENSINO MÉDIO”, Gonçalves (2005)	A dissertação de Gonçalves apresenta demonstrações reais relacionados à Física Térmica como atividades complementares, onde explora os recursos instrucionais da aprendizagem significativa e evidencia aspectos favoráveis a motivação causada na aprendizagem. O produto final está voltado a demonstrações virtuais, onde na qual se constata como um processo educativo viável e significativo no ensino de Física.
15	“SIMULAÇÕES DE EXPERIÊNCIAS COMO FERRAMENTA DE DEMONSTRAÇÃO VIRTUAL EM AULAS DE TEORIA DE FÍSICA”, Yamamoto & Barbeto (2001)	O artigo apresenta a utilização de programas de simulação possibilitando uma melhor compreensão de certos fenômenos físicos na medida em que torna possível a inclusão de elementos gráficos e de animação em um mesmo ambiente virtual. Isto, aliado ao interesse dos estudantes pelo microcomputador, pode a princípio tornar mais eficiente e agradável o processo de aprendizagem. Neste trabalho são apresentadas algumas simulações que vêm sendo aplicadas no ensino de Física, com alunos dos períodos iniciais do curso de Engenharia da Faculdade de Engenharia Industrial (FEI). Estas simulações têm sido criadas através do uso de um software comercial e são utilizadas em aulas de teoria como ferramenta de demonstração.

Fonte: Braga, Marcel (2010).

Foi levantada uma série de trabalhos publicados que validam as demonstrações experimentais, porém, grande parte se preocupa exclusivamente apenas na montagem do aparato, na potencialidade de verificar leis e princípios físicos, e no entusiasmo causado em uma aprendizagem de observação passiva, como se o fato de realizar a demonstração já fosse auto-suficiente na contribuição para o ensino.

No entanto, pouco se referem aos aspectos procedimentais metodológicos de realização, das competências necessárias para este ensino, das possibilidades de explorar de forma multifacetada e interdisciplinar, da seqüência lógica da abordagem, da organização seqüencial do conteúdo, de analisar e valorizar as concepções dos alunos, de solicitar tarefas discentes lógicas que favoreçam uma investigação e participação ativa dos alunos no processo demonstrativo, sem desvincular da aquisição de conceitos e significados (Figuerola & Gutierrez, 1992; Castro & Cerqueira, 1992; Barreiro & Bagnato, 1992; Axt, 1993; Canalle, 1994; 1999; Canalle & Oliveira, 1994; Silveira, 1995; Canalle & Moura, 1997, 1998; Misoguti, *et al*, 1997; Mendonça *et al*, 1998; Catelli, 1999; Hessel, 1999; Pimentel, 1999; Guedes *et al*, 1999; e Dionísio *et al*, 1999, entre outros). Apesar disso, ainda surgem alguns trabalhos valorizam desde então um direcionamento investigativo nas atividades experimentais (Carvalho *et al*, 1999, 2006; Cachapuz *et al*, 2005; Caldeira, 2005).

Em síntese, o levantamento feito mais recente de Ferraz *et al* (2009) confirma Araujo & Abib (2003) quanto a divulgação dos trabalhos relacionados às AED no Brasil. Estando-a delimitada dentro do tema “ensino-aprendizagem de Física” e subtemática “metodologias e estratégias de ensino”, analisou-se a incidência das AED, em especial as demonstrações investigativas, e percebe-se a predominância de artigos que têm como objeto de investigação experimentos de laboratório (experimentação), onde é colocada ênfase apenas na descrição ou utilização de experimentos de laboratório, mostrando ser um tema de grande interesse dos pesquisadores, abordando sob vários enfoques e com finalidades diferentes.

O fato é que embora tenham sido encontrados alguns trabalhos de reflexão sobre o papel do laboratório na aprendizagem de Física, a grande maioria se dedica na descrição de experimentos, muitas vezes sem abordar sua relação com o ensino-aprendizagem, limitando-se ao conteúdo de Física envolvido na experiência.

Com isso, outros aspectos experimentais dentro da temática ensino-aprendizagem escondem concepções que deveriam ser problematizadas, como por exemplo, a visão da Física como uma ciência exclusivamente experimental, a visão empirista da ciência e da aprendizagem, na medida em que os trabalhos apostam muitas vezes na *demonstração* do fenômeno físico como meio suficiente para a construção do conhecimento, caracterizando-o como um processo passivo (FERRAZ *et al*, 2009).

Essa percepção ocorre pelo fato das demonstrações serem apresentadas como uma *simples técnica de ensino*, de forma centralizadora e com distorções da ciência e tecnologia, como se a ciência trilhasse por um processo metódico e previsível, com idéias mecanicistas e simplistas das relações ciência-tecnologia, desvinculando do processo histórico que lhe são inerentes. Entretanto, se defende que as *DESIs* sejam abordadas com uma visão correta da ciência, favorecendo a elaboração de um modelo objeto plausível e fértil aos alunos.

[..] “Visões empobrecidas e distorcidas que criam o desinteresse, quando não a rejeição, de muitos estudantes e se convertem num obstáculo para a aprendizagem”. (CACHAPUZ *et al*, 2005)

No Amazonas, não há disponível cursos presenciais *strictu sensu* na área do Ensino de Física especificamente, e justifica em parte a restrita ou quase inexistente pesquisa nessa área. De acordo com levantamento de Queiros & Silva (2008), onde na qual sua pesquisa consiste na análise de um total de 443 trabalhos tanto do *Encontro de Pesquisadores do Ensino de Física* quanto das edições do *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* no período de 1996 a 2006, a ausência da região Norte é o reflexo da falta de pesquisa no ensino de Física em nossa região podemos verificar a ausência de pesquisas no ensino de Física na região norte.

TABELA 2 - Frequência de Pesquisas no Ensino de Física no Período de 1996 a 2006 no Brasil.

FREQUÊNCIA DE TRABALHOS POR REGIÃO DO BRASIL				
SUDESTE	SUL	NORDESTE	CENTRO-OESTE	NORTE
63%	27%	7%	3%	0%

FONTE: Queiros & Silva (2008).

Em nosso contexto local, os trabalhos que mais se aproximam do objeto de investigação dessa pesquisa, são os de: (1) RIBEIRO (2007); (2) FILHO (2009); e MENEZES (2009), por estarem relacionados ao Ensino de Física, porém ainda distante do foco deste trabalho.

De modo geral, **nada foi encontrado** no contexto nacional, dissertações ou teses que focassem o mesmo objeto de investigação deste trabalho, apesar disso, o conteúdo destas obras são de grande proveito na elaboração desta estratégia metodológica demonstrativa, pois contêm ricas considerações, conceituações que contribuem na percepção das tendências educacionais, análises das vantagens e desvantagens metodológicas, sistematização do ensino, materiais sugestivos utilizados e na logicidade da abordagem.

1.4 DUAS TEORIAS COGNITIVISTA-CONSTRUTIVISTAS E SUAS CONTRIBUIÇÕES PARA AS *DEI's*

1.4.1 Teoria da Assimilação da Aprendizagem e da Retenção Significativas de David P. Ausubel

A teoria de aprendizagem significativa prioriza as aprendizagens cognitivas, que consiste na integração do conteúdo aprendido pelo indivíduo numa edificação mental ordenada, ou seja, a estrutura cognitiva. Essa estrutura cognitiva representa todo um conteúdo informacional armazenado por um indivíduo, organizado de certa forma em qualquer modalidade do conhecimento.

“... o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe; descubra isso e ensine-o de acordo” (Ausubel, 1968, 78, 80)

O objetivo final do ensino é a aprendizagem, de acordo com a concepção ausubeliana podem-se distinguir três tipos de aprendizagem: cognitiva, afetiva e psicomotora (MOREIRA, 1999). No caso, o tipo de aprendizagem que se enfatiza nesta proposta é a **aprendizagem cognitiva**, sendo aquela que resulta no armazenamento organizado de informações na mente do ser que aprende, e esse complexo organizado é conhecido como *estrutura cognitiva*.

A Teoria da Assimilação da Aprendizagem e Retenção Significativas é o conceito principal de Ausubel (2003), e significa processo por meio do qual uma nova informação relaciona-se com um aspecto especificamente relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo, ou seja, este processo envolve a interação da nova informação com uma estrutura de conhecimento específica, a qual o define como *conceito subsunçor*, ou simplesmente subsunçor, existente na estrutura cognitiva do indivíduo.

A retenção significativa está na interação entre o subsunçor, que são conceitos relevantes e inclusivos, adequadamente claros e disponíveis na estrutura cognitiva do indivíduo e funcione, dessa forma, como ponto de 'ancoragem' às novas idéias e conceitos, *potencialmente significativos*, ou seja, relacionável ou incorporável. A aprendizagem Significativa pode ser classificada em três tipos (AUSUBEL citado por MOREIRA, 1999): a *representacional, de conceitos e proposicional*, onde na qual a proposta das *DEI's* busca satisfazer a necessidade de formação, aquisição e retenção significativa de **conceitos térmicos**. Os conceitos, de um modo geral, representam proposições construídas pela combinação de palavras em uma sentença, onde as demonstrações buscam estruturar essas sentenças a partir da argumentação dos alunos.

Distingue também a *Aprendizagem por Descoberta* da *Aprendizagem por Recepção*, da seguinte forma: (1) na *Aprendizagem por Recepção*, o que deve ser aprendido é apresentado ao aprendiz em sua forma final; enquanto (2) na *Aprendizagem por Descoberta* o conteúdo principal a ser aprendido deve ser descoberto pelo aprendiz. Entretanto, a *aprendizagem só é significativa* se o conteúdo ligar-se a subsunçores relevantes, já existentes na estrutura cognitiva, ou seja, por recepção ou descoberta a nova informação deve incorporar-se de forma não-arbitrária à estrutura cognitiva.

Moreira (1999) afirma que quando criança, os conceitos são adquiridos por meio de um processo conhecido como *formação de conceitos*, o qual envolve generalizações de instâncias específicas. Porém quando atinge a idade escolar, a maioria das crianças já possui um conjunto adequado de conceitos que permite a ocorrência da aprendizagem significativa, posteriormente os novos conceitos são adquiridos através da *assimilação*, e distingue-se nos seguintes princípios: *diferenciação progressiva, reconciliação integrativa, organização seqüencial e consolidação*, eventualmente possam ocorrer *formação de conceitos*, mas de um modo geral existem *duas modalidades* principais na aquisição de conceitos: *formação e assimilação*.

Diante da hipótese de assimilação, Moreira (2001) descreve o processo de "subsunção" por meio do que ele chama de "princípio de assimilação", o qual é representado simbolicamente da seguinte maneira:

QUADRO 3 – Processo Inicial de Assimilação por Subsunção.

Nova informação potencialmente significativa	Relacionada <i>a</i> , e assimilada por	Conceito subsunçor existente na estrutura cognitiva	Produto interacional (subsunçor modificado)
a		A	$A'a'$

Fonte: Moreira (2001). Adaptação: Braga, Marcel (2010).

O segundo estágio da assimilação é a *assimilação obliteradora*, onde na qual o conhecimento adquirido fica sujeito à influência erosiva de uma tendência reducionista da organização cognitiva. Esse processo de subsunção, também é chamado de *subsunção subordinada* (aprendizagem subsunciva ou subordinada).

QUADRO 4 - Processo de Assimilação Obliteradora.

Período de retenção: Dissociabilidade	Assimilação: Aprendizagem Significativa	Assimilação Obliteradora
$A'a'$ ↔ $A' + a'$	$A'a'$	A'

Fonte: Moreira (2001). Adaptação: Braga, Marcel (2010)

De um modo geral, os métodos mais adequados na concepção ausubeliana devem: *realizar* uma Aprendizagem Significativa; *evidenciar* a Aprendizagem Significativa através de teste, problemas e argumentação, e; *neutralizar* o processo inevitável de assimilação obliteradora com revisão das ações, favorecendo a metaprendizagem.

Em resumo, existem quatro tarefas fundamentais do papel do professor na facilitação da aprendizagem significativa segundo Moreira (1999). Baseados nessas orientações encontram-se suas implicações dentro da proposta nesta pesquisa, observe o quadro a seguir.

QUADRO 5 – O Papel do Professor na Aprendizagem Significativa e as Implicações Sobre a Proposta *DEI's*.

PAPEL DO PROFESSOR	DESCRIÇÃO DA AÇÃO	IMPLICAÇÕES SOBRE A PROPOSTA <i>DEI's</i>
1ª. Identificar a estrutura conceitual e proposicional da matéria de ensino.	Identificar os conceitos e princípios unificadores, inclusivos, com maior poder explanatório e propriedades integradoras, e organizá-los hierarquicamente de modo que, progressivamente, abranjam os menos inclusivos até chegar aos exemplos e dados específicos.	Como o conteúdo é a Termologia, se deve ensinar de modo receptivo o Modelo Cinético-Molecular e as Leis da Termodinâmica, seguindo no rumo a desmistificar os fenômenos térmicos mais específicos como a dilatação, as trocas de calor, a transmissão do calor, a transformação gasosa, funcionamento de máquinas térmicas e refrigeradores.
2ª. Identificar quais os subsunçores.	Identificar conceitos, proposições, idéias claras, precisas, estáveis, relevantes à aprendizagem do conteúdo a ser ensinado, o aluno deveria ter em sua estrutura cognitiva para poder aprender significativamente este conteúdo.	Idéia de calor; noção de temperatura; de que a matéria é formada por partículas; de que os corpos mudam de estado físico; de que as moléculas reagem quimicamente; de que a matéria possui algumas propriedades gerais.
3ª. Diagnosticar aquilo que o aluno já sabe.	Determinar dentre os subsunçores especificamente relevantes (previamente identificados ao “mapear” e organizar a matéria de ensino), quais os que estão disponíveis na estrutura cognitiva do aluno.	Solicitar tarefas previamente ‘potencialmente significativos’ (ex: mapa conceitual, avaliação diagnóstica) para orientar a escolha dos materiais e mecanismos a serem utilizados; Favorecer a argumentação dos alunos para identificar suas concepções;
4ª. Ensinar utilizando recursos e princípios.	Ensinar de modo que facilitem a aquisição da estrutura conceitual da matéria de ensino de uma maneira significativa.	Utilizar materiais ‘logicamente significativos’ (escolher melhor as demonstrações e potencializar seus recursos), e mecanismos de aprendizagem que busquem relacionar de maneira substantiva e não-arbitrária com idéias correspondentemente relevantes (subsunçores), que se situam no domínio da capacidade humana de aprender.

Fonte: Braga, Marcel (2010).

1.4.2 Teoria Interacionista Sócio-Cultural e Histórica de Vygotsky

Vygotsky (1896 – 1934) considera como premissa em sua teoria que o *desenvolvimento cognitivo não pode ser entendido sem referência ao contexto social e cultural na qual ele ocorre, ou seja, dependem de mecanismos de origem e natureza sociais, e peculiares ao ser humano* (GARTON citado por MOREIRA, 1999). Em resumo sua teoria é sustentada por três pilares, onde na qual são: (1) a asserção de que os processos mentais superiores do indivíduo têm *origem em processos sociais*; (2) os processos mentais só podem ser entendidos se for compreendido os *instrumentos e signos que os mediam*; (3) utilização do “método genético-experimental” na análise do desenvolvimento cognitivo do ser humano (Driscoll citado por Moreira, 1999).

Os processos mentais superiores representam os pensamentos, linguagem e comportamento volitivo, onde segundo Vygotsky, o desenvolvimento cognitivo ocorre através da conversão de relações sociais em funções mentais. O fato é que essa conversão não ocorre de forma direta, mas sim por um processo de *mediação*, ou atividade mediada indireta, considerada por ele, típica da cognição humana. Através da mediação que se dá a internalização (reconstrução interna de uma operação externa) de atividades e comportamentos sócio-históricos e culturais e isso é típico do domínio humano (*opus cit*).

Na mediação são utilizados *instrumentos* e *signos*, sendo o *instrumento* algo que pode ser usado para fazer alguma coisa e um *signo* algo que significa alguma outra coisa. Ocorre que as sociedades produzem tanto seus instrumentos quanto seus signos, e esse processo é dinâmico, sendo modificados historicamente e influenciando seu desenvolvimento social e cultural.

A conversão de relações sociais em funções mentais é a interiorização de instrumentos e sistemas de signos, produzidos culturalmente, e assim se estabelece o desenvolvimento cognitivo (funções mentais) ou processos psicológicos superiores, segundo Vygotsky. Esse processo se dá em duas fases, uma externa quando ainda é uma função social e depois interna através da apropriação (internalização), com isso se aplica a **Lei da Dupla Formação**, em outras palavras, primeiro em *nível social* (interpessoal, interpsicológica) e, depois, em *nível individual* (intrapessoal, intrapsicológica).

Diferentemente de Piaget e Ausubel, que focalizam o indivíduo como unidade de análise, Vygotsky em sua unidade de análise não focaliza nem o indivíduo nem o

contexto, mas a interação entre eles. A interação social é, portanto, na perspectiva vygotskyana, o veículo fundamental para a transmissão dinâmica (de inter para intrapessoal) do conhecimento social, histórica e culturalmente construído, constitui em última análise um intercâmbio de significados.

“Uma definição de interação social implica um mínimo de duas pessoas intercambiando informações. (o par, ou díade, é o menor microcosmo de interação social). Implica também um certo grau de reciprocidade e bidirecionalidade entre participantes, ou seja, a interação social supõe envolvimento ativo (embora não necessariamente no mesmo nível) de ambos os participantes desse intercâmbio, trazendo a eles diferentes experiências e conhecimentos, tantos termos qualitativos como quantitativos.” (*opus cit*)

A interação social está relacionada com a aquisição de significados, onde primeiro se capta o signo, socialmente compartilhado e depois começa a internalizar o signo. A internalização (reconstrução interna) de signos é fundamental para o desenvolvimento humano. A aquisição do significado implica dizer que o indivíduo adquire a noção e a função dos objetos que o rodeiam atribuindo-lhes um significado social, sendo através da observação e da experimentação que o indivíduo relaciona os objetos aos seus respectivos significados.

“Os signos mediam a relação da pessoa com outras e consigo mesma. A consciência humana, em seu sentido pleno, é precisamente ‘contato social consigo mesma’, e, por isso, tem uma estrutura semiótica², está constituída por signos; tem literalmente, uma origem cultural e, ao mesmo tempo, uma função instrumental de adaptação. É por isso que Vygotsky diz que ‘a análise dos signos é o único método adequado para investigar a consciência humana’.” (RIVIÈRE *citado por* MOREIRA, 1999)

Vygotsky afirma que os instrumentos são orientados externamente, onde constituem um meio pelo qual a atividade humana externa é dirigida para o controle e domínio da natureza. Os signos, por outro lado, são orientados internamente, constituindo-se em um meio da atividade humana interna dirigido para o controle do próprio indivíduo. Para Vygotsky, a *inteligência prática* se refere ao uso de *instrumentos*, enquanto a *inteligência abstrata* à utilização de signos e sistemas de signos, dos quais a linguagem é o mais importante sistema de signos para o desenvolvimento cognitivo, pois é liberado dos vínculos contextuais imediatos, onde a unidade dialética entre os sistemas de inteligência prática e abstrata representa a verdadeira essência no comportamento humano complexo.

² Semiótica, segundo Cegalla (2005), na forma dicionarizada é sinônimo de semiologia, ou seja, é a ciência geral dos signos, que estuda todos os fenômenos culturais como se fossem sistemas de significação.

Na perspectiva de Vygotsky, a condição para que ocorra o desenvolvimento cognitivo é quando se situa na *zona de desenvolvimento proximal (ZDP)* do sujeito, onde é definida como a distância entre o nível de desenvolvimento cognitivo real do indivíduo, tal como sua capacidade de resolver problemas independentemente, e o seu nível de desenvolvimento potencial, tal como medido através da solução de problemas sob orientação ou em colaboração com companheiros mais capazes. O *limite inferior* da ZDP é, por definição, fixado pelo nível real de desenvolvimento do aprendiz, o *limite superior* é determinado por processos instrucionais que podem ocorrer no brincar, no ensino formal ou informal, no trabalho. Independente do contexto, o importante é a interação social (*opus cit*).

A metodologia experimental de Vygotsky visa oferecer o máximo de oportunidades para que o sujeito se engajasse nas mais diversas atividades que pudessem ser observadas, ao invés de controladas (COLE & SCRIBNER *citado por* MOREIRA, 1999). O método genético-experimental, seguindo esse raciocínio marxista emprega três técnicas: (1) introduzir obstáculos; (2) fornecer recursos externos; (3) Solicitar a resolução de problemas que excedam nos níveis de conhecimento e habilidades.

Com relação ao ensino, Vygotsky afirma que o único e bom ensino é aquele que está à frente do desenvolvimento cognitivo e o dirige. Analogamente, a única boa aprendizagem é aquela que está avançada em relação ao desenvolvimento. Nesse processo, o *papel do professor* é verificar se o significado que o aluno captou é aceito e compartilhado socialmente, enquanto a *responsabilidade do aluno* é verificar se os significados que captou são aqueles que o professor pretendia que ele captasse e se não aqueles compartilhados no contexto da área de conhecimento em questão. A interação e intercâmbio implicam, necessariamente, que todos os envolvidos no processo ensino-aprendizagem devam falar e tenham oportunidade de falar. O ensino se consuma quando *aluno e professor compartilham significados* (MOREIRA, 1999).

1.4.3 Contribuições das Duas Teorias Cognitivista-Construtivistas para as DEI's

Partindo de duas teorias cognitivistas que possuem diferentes unidades de análise, a contribuição está na elaboração de um *modelo heterogêneo de aprendizagem* (LAHERA, 2006), de onde parte da *reestruturação de idéias* concretizadas pelo aluno (processo intelectual), onde por sua vez sofre um processo

de remodelação através da objetivação externa realizada pela interação (mediação semiótica), sempre buscando a aproximação do modelo de aprendizagem com o modelo consensual científico.

Será apresentado um quadro na busca de relacionar as principais concepções e implicações instrucionais dentro dessas teorias para a elaboração de uma estratégia metodológica de ensino-aprendizagem, especificamente na modalidade de Demonstrações Experimentais Investigativas (DEI), para o ensino de Física no ensino médio. Os elementos que irão formar essa estratégia, assim como a investigação e coleta de dados serão apresentados no capítulo 2, no entanto, essa perspectiva será influenciada diretamente pelas considerações dadas no quadro comparativo (ANEXO 1, p. 144).

Abaixo foi ilustrado o processo de aquisição de conceitos e significados durante a realização de DEI's.

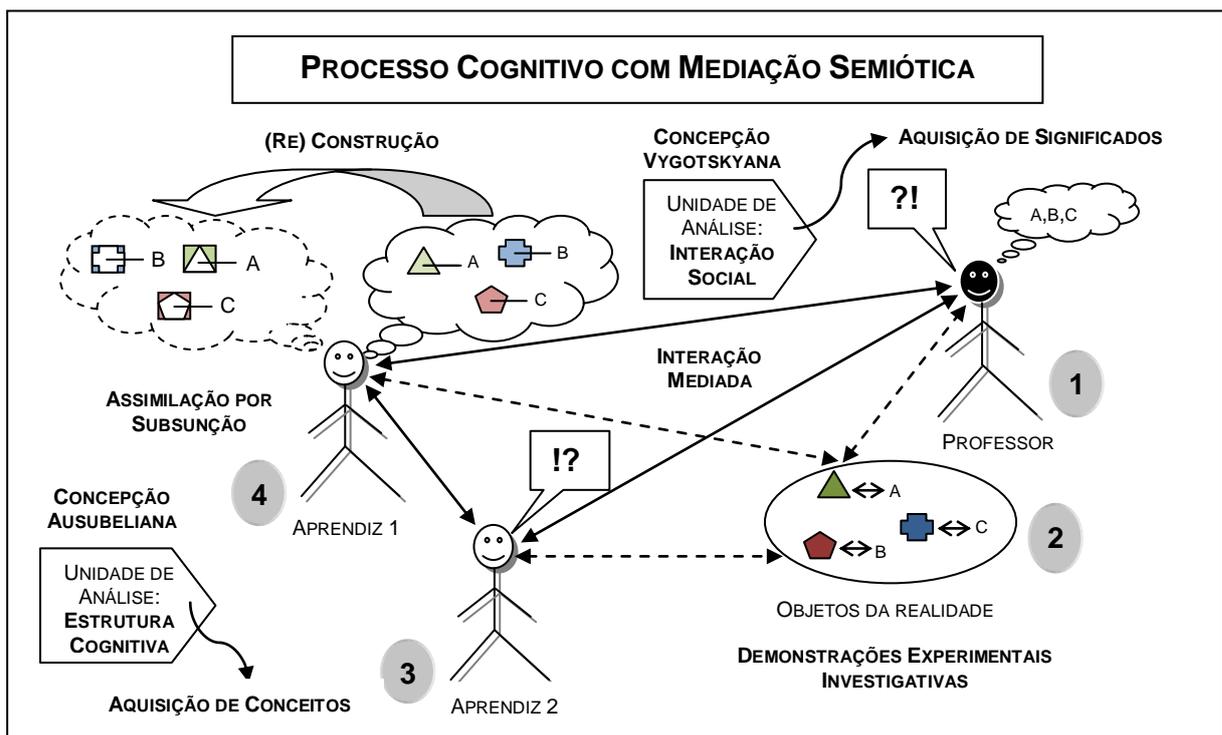


FIGURA 5 - Representação dos fatores externos (interação social) e internos (conflito cognitivo) no processo de *assimilação por subsunção*, ilustrando a aquisição de conceitos e significados. Fonte: Braga, Marcel (2010).

1.5 UM PANORAMA SOBRE A FORMAÇÃO DE PROFESSORES E O ENSINO DE FÍSICA EM NOSSO CONTEXTO

Araújo & Abib (2003), identifica entre 106 artigos analisados no período de 1992 a 2001, 13,2% artigos relacionados à formação de professores e o ensino de

Física experimental em laboratório, um percentual baixo, porém mostra um indicativo de que vem crescendo pesquisas e divulgações de trabalhos relacionados a esse tema.

Kalhil (2003) destaca a necessidade docente em apresentar estratégias pedagógicas que favoreçam desenvolver *habilidades investigativas nos estudantes*, e assim facilitar o aprendizado dos conhecimentos da Física, a nível superior. Acrescenta ainda, que se devam formar professores de Física mais experimental, que reconheçam a importância do caráter investigativo e experimental no processo ensino-aprendizagem em repúdio a métodos repetitivos e uso de regras nas definições, e assim considera primordial o papel da área das ciências no desenvolvimento dos cursos técnicos (VARELA citado por KALHIL, 2003).

[...] o método experimental é fundamental, a atividade científica deve ser concebida como parte de todo o processo de ensino-aprendizagem. [...] utilizar com certa autonomia destrezas investigativas (elaborar problemas, formular hipóteses, realizar experimentos, entre outras), reconhecendo o caráter dinâmico da ciência. (KALHIL, 2003, p.19, 43)

A etapa de formação inicial do professor que ensina Física no ensino médio deve constituir-se na base de seu futuro desenvolvimento profissional, assegurando-lhe independência intelectual e capacidade de adequação às tarefas próprias de educador em ciências. Se há uma preocupação com a formação dos bacharéis, que são encaminhados à pesquisa, os licenciados também devem ter uma sólida formação de conteúdo e um conhecimento pedagógico que os capacite à aplicação de novas tecnologias de ensino.

Segundo a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), hoje, a grande maioria dos docentes que lecionam nos cursos de licenciatura não foi preparada para essa função, o que é grave, pois eles, os professores universitários, são os exemplos para os futuros professores do ensino básico. Devem mostrar seu domínio no conteúdo pela aplicação de boas práticas didáticas.

Chaves *et al* (2007) separa os currículos dos cursos de licenciatura em *dois modelos predominantes*. Um dos modelos reflete uma visão utópica, que espera do futuro licenciado uma formação baseada em critérios absolutos de qualidade. Já o outro, faz concessões à qualidade do curso para atender à realidade de um alunado heterogêneo e diferenciado em suas exigências. O fato é que se devem ensinar mais tópicos da Física dos séculos XX e XXI, e também dar ao estudante *melhor*

formação em métodos experimentais, valorizando mais as disciplinas pedagógicas e evitar a carga excessiva em detrimento das disciplinas científicas. Hoje se faz também necessária uma revisão curricular que inclua tópicos interdisciplinares. É fundamental montar grades que permitam ao futuro professor *transitar em diversas áreas do conhecimento*, como biofísica, química, geociências, meio ambiente, nanociências, etc.

Outro fato importante e relevante é o fato de que a maioria dos professores de Física não possui formação específica, geralmente, sendo os engenheiros e profissionais afins que lecionam as disciplinas de Física, acarretando um agravamento para o processo de ensino-aprendizagem, pois os mesmos não possuem uma formação teórico-pedagógica adequada para exercer tal função, podemos comprovar isso no estudo feito pelo *estudo exploratório do professor brasileiro*, com base no resultados do Censo Escolar da Educação Básica de 2007 encomendado pelo MEC (BRASIL, 2009), onde diz:

Dentre as disciplinas analisadas, Física é a que apresenta o menor número de professores com curso de formação específica (25,2%); no entanto, ao se admitir a formação na área específica de Ciências Físicas como adequada à disciplina, amplia-se a proporção de docentes para 39,4%.

Diante desse cenário deficitário na formação docente, consideram-se dois pontos de vista: um relacionado a políticas educacionais que *visem atrair a clientela* para a licenciatura que está cada vez mais precária, a outra é onde se concentra mais esse trabalho, que é na condição de *contribuir com os docentes de Física existentes* através de estratégias metodológicas como subsídio para a divulgação de uma ciência revitalizada, dinâmica e atrativa.

Costa & Silva (2004, p.4), com relação à formação inicial do professor de Física, destaca a importância de que ele tenha contato vivencial e teórico-metodológico com diferentes possibilidades do uso de materiais práticos e experimentais: (1) para ter flexibilidade suficiente para se adaptar à diversidade enorme de condições de trabalho que irá encontrar em sua profissão; (2) para construir concepções e representações da produção do conhecimento científico epistemologicamente mais adequadas, que a ênfase no laboratório fortemente estruturado dificilmente vai possibilitar.

Segundo o levantamento e a análise feita pela comissão de especialistas da Capes, foram obtidos alguns diagnósticos sobre o ensino básico em ciências no Brasil, incluso o Ensino de Física nesse processo, dessa forma pode-se afirmar que

o nosso país já conta com recursos humanos relativamente bem preparados para tratar do tema inovação, graças aos investimentos desde os anos 70 na pós-graduação, fomentando a formação de pesquisadores no país. Entretanto, a educação básica em ciências não foi incluída nesse processo de modernização, e sua fraqueza constitui o maior embaraço para todo o processo de formação de pessoal qualificado nas áreas de ciência e tecnologia. O reflexo de erros nas políticas educacionais pode ser apreciado com índices significativamente expressivos no baixo rendimento de nossos alunos, Chaves *et al* (2007) cita o *Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA)* iniciado em 2000, onde seu objetivo é fornecer aos países participantes indicadores educacionais que possam ser comparados internacionalmente, nesse primeiro comparativo ocorrido em 2000, temos:

[...] em 43 países escolhidos, o Brasil ficou em 42º lugar nas aptidões científicas. Esse resultado mostra que em nossos estudantes tem grande dificuldade no uso do formalismo matemático, na leitura de gráficos, na interpretação de diagramas e tabelas. Esses elementos exigem um grau de abstração que os estudantes não demonstram. Além de revelar pouco conhecimento dos fenômenos naturais e dos métodos empíricos empregados na investigação, nossos jovens demonstram uma compreensão muito limitada das diferentes formas de linguagem – oral, gráfica, matemática – necessárias para a construção dos conceitos científicos. (CHAVES *et al*, 2007, p. 64)

As edições do *PISA* ocorrem a cada 3 anos, e infelizmente o Brasil tem ocupado as últimas posições no *ranking* de desempenho na educação científica, e entre os países que lideram são estão a Coreia, a Finlândia e o Japão.

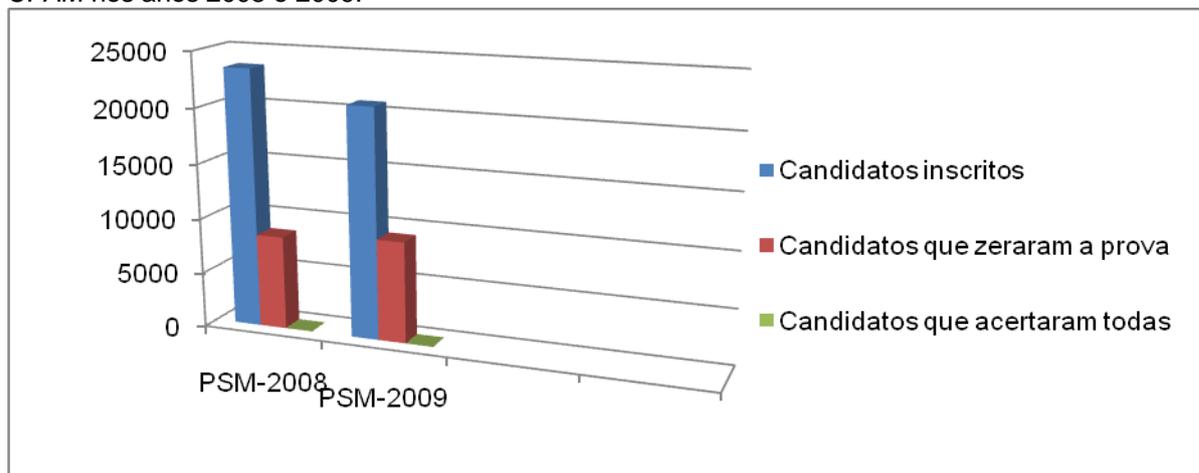
A formação de professores de Física no contexto amazônico, parte da implantação do Curso de Licenciatura Plena em Física pela Universidade Federal do Amazonas (*UFAM*) em 1972, época que ainda ocorriam às primeiras dissertações e teses em Ensino de Física no Brasil (PENA & FILHO, 2007). Em nosso contexto, de acordo com um levantamento³ feito na *UFAM*, foi catalogado um pouco mais de 180 monografias, o que representa uma média de 4,8 alunos formados por ano, um índice muito baixo, comparado com a crescente demanda exponencial desses profissionais no Amazonas.

Pode-se perceber o agravante dessa problemática analisando o resultado do Processo Seletivo Macro (*PSM-2008*) para ingresso à *UFAM*, onde dos 23.445 candidatos, 8.484 zeraram nas questões de Física, e somente 15 candidatos

³ Outras universidades que implantaram o curso de Licenciatura Plena em Física em Manaus não entraram no levantamento por falta de projeção, ou seja, a quantidade de alunos formados é irrelevante para as considerações.

acertaram todas as questões. Uma realidade mais próxima e drástica foi o *PSM-2009*, onde temos 20.813 candidatos, em que 9.172 zeraram as questões de Física e nenhum candidato conseguiu responder todas as respostas corretamente.

FIGURA 6 – Rendimento de Candidatos nas Questões de Física Durante o *PSM* para ingresso a *UFAM* nos anos 2008 e 2009.



Fonte: Braga, Marcel (2010)

Diante deste cenário, a dinâmica da sala de aula não suporta mais uma prática de Ensino de Física regida exclusivamente, pela transmissão de conteúdos. Este modelo Tradicional de Ensino de Física chegou à exaustão. Constitui-se, portanto, uma necessidade de formar professores de Física capazes de transcender de um Ensino eminentemente propedêutico e excessivamente compartimentado para uma educação que promova habilidades básicas e competências específicas indispensáveis para o exercício da cidadania.

Dentro dessa perspectiva, é urgente e essencial a valorização de ações que estimulem o desenvolvimento de práticas de Ensino de Física que superem as lacunas presentes oriundas, comumente, do enorme *descompasso entre a teoria e prática* docente. Deficiências que se agravam com a carência de profissionais habilitados na área e/ou a baixa compreensão conceitual dos processos pedagógicos indispensáveis tanto para o entendimento da formação do sujeito, quanto para a aprendizagem dos conteúdos de Física.

1.6 DEMONSTRAÇÕES EXPERIMENTAIS POR INVESTIGAÇÃO (*DEI's*): UMA NECESSIDADE NO PROCESSO EDUCATIVO DO ENSINO DA FÍSICA.

Percebe-se um distanciamento entre o *ensino experimental* e o *ensino teórico* nas escolas públicas brasileiras, de um lado aulas teóricas demasiadamente

expositivas ausentes de atividades experimentais, por outro lado um ensino experimental quase inexistente desvinculado do ensino teórico sendo aplicado de forma mecânica. Diante das necessidades no ensino de Física, as contribuições da modalidade demonstrativa são evidenciadas nos trabalhos publicados, onde a motivação gerada na aprendizagem é um dos elementos fundamentais para que haja um bom ensino. Barreiro & Bagnato (1992), descreve esses aspectos: “*em cursos de Física básica, as aulas demonstrativas e a exposição dialogada mostraram-se satisfatórias aos maiores interessados: os alunos*”.

Na Espanha, Meseguer & Estelles (1994) ao realizarem “*experiências de cátedra*”, com o propósito de analisar os efeitos do método demonstrativo sobre os alunos, citam fatores favoráveis para o ensino, entre eles: (1) *ajuda no entendimento da teoria*; (2) *ajuda a despertar o interesse no assunto*; (3) *facilita a compreensão*; (4) *facilidade em realizar as demonstrações*; (5) *quebra da monotonia da aula*; (6) *diverte a classe*; (7) *propicia o desenvolvimento da teoria no ensino*; (8) *verifica-se sua utilidade e necessidade nas disciplinas como a Física*; (9) *e que poderia ser utilizado mais vezes*.

Investigando o trabalho experimental na sala de aula sob as perspectivas dos professores, Freire (1996) citado por Eiras (2004) conclui que: “*Os professores entrevistados valorizavam mais o trabalho experimental realizado através de **demonstração**, pois dá possibilidade ao cumprimento do programa, mantém os alunos atentos e participativos e, permite, ao professor, uma transmissão eficiente do conhecimento científico*”.

É consensual, dentro do plano de conceitos, entre os educadores e pesquisadores no Ensino de Física, a necessidade de se adotarem métodos de aprendizado ativo e interativo em nosso contexto (GASPAR, 2001), assim, as *DEI's* tornam-se necessárias para o ensino à medida que satisfazem esses critérios.

Araújo & Abib (2003) destacam a importância de trabalhar as demonstrações no Ensino de Física, e dentre os diversos aspectos que merecem ser salientados, está o fato de: (1) possibilitarem *ilustrar* um determinado fenômeno em que possa contribuir para a compreensão de *diversos aspectos* relacionados ao mesmo; (2) demandarem um *pequeno tempo de realização* e podem ser facilmente integradas a uma aula com ênfase expositiva; (3) poderem ser utilizadas em um *fechamento de aula* ou como seu *ponto de partida*, assumindo a função de *orientador prévio*; (4) possibilitarem serem *conduzidas por questionamento* dos alunos, *incentivando-os* na

busca de explicações sobre os fenômenos observados, possibilitando elaboração de *concepções alternativas* ao desenvolver sua *capacidade de abstração* e de aprendizagem; (5) serem *conduzidas inicialmente pelos professores*, mas sendo os procedimentos repetidos pelos alunos posteriormente, com isso se estabelece que *as atividades demonstrativas sejam previamente complementares e indispensáveis as atividades de experimentação de laboratório*; (6) ser fundamental que as demonstrações *propiciem condições de reflexão e análise*, ou seja, que a abordagem experimental seja de *caráter investigativo* sendo incentivada pelos professores, seja pela *formulação de questões* ou através da *permissão da interferência dos estudantes* para que se *alterem os arranjos experimentais* propostos, para que *formulem hipóteses*, para que *analise as variáveis intervenientes* e *discutam criticamente* os possíveis modelos explicativos dos fenômenos observados.

Eiras (2004) analisando os discursos dos alunos, decorrentes da realização das *atividades demonstrativas* no transcorrer no ensino teórico, investigou que estas atividades são, de acordo com a concepção vygotskyana, promotoras: (1) de interações sociais dirigidas às zonas de desenvolvimento proximal de seus participantes; (2) do surgimento de pseudoconceitos; (3) de relações entre os conceitos científicos e espontâneos.

Entre outros fatores que favorecem a demonstração experimental, temos (GASPAR & MONTEIRO, 2005) tais como: (1) a possibilidade de ser realizada com um único equipamento para todos os alunos, sem a necessidade de uma sala de laboratório específica; (2) a possibilidade de ser utilizada em meio à apresentação teórica, sem quebra de continuidade da abordagem conceitual que está sendo trabalhada e, talvez o fator mais importante; (3) a motivação ou interesse que desperta e que pode predispor os alunos para a aprendizagem.

Saad (2005) afirma que a utilização durante as aulas de demonstrações em ciências, com ampla participação coletiva, tem-se mostrado constituir em importante ferramenta para despertar o interesse dos estudantes pelos fenômenos exibidos e pelos desafios em conhecer os respectivos “porquês”. Reforça que já estão constatadas que “demonstrações em ciências”, isoladas ou articuladas, podem se constituir em cenários que priorizam aspectos emocionais dos estudantes, diferencialmente, potencializando-os para apreender conceitos formais/racionais ou axiomáticos das estruturas sofisticadas das Ciências.

Visando contribuir na formação contínua do professores de Física em nosso contexto, as *DEI's* mostram-se como uma alternativa possivelmente significativa para superar as dificuldades relacionadas às péssimas instalações de laboratórios, tempo limitado para cumprir o currículo disciplinar, e na motivação dos alunos. A atividade demonstrativa é um dos elementos que está faltando na prática docente do ensino de Física, e deve *complementar a experimentação* em laboratório, além de valorizar a dimensão investigativa, recomendada nas *Orientações Curriculares para o Ensino Médio* (MEC, 2006):

“Muito freqüentemente ensinam-se as respostas sem formular as perguntas! E há um aspecto para o qual os professores devem se voltar com especial atenção, relacionado com a característica fundamental da ciência: a sua **dimensão investigativa**, dificilmente trabalhada na escola nem solicitada nas provas vestibulares”.

Na dissertação de mestrado de Alves (2006), também é consoante a proposta deste trabalho, quando diz que o professor ao introduzir a realização de experimentos em sala de aula, se vê frente a um novo comportamento dos alunos, mais interessados e participativos, situação de aprendizagem favorável para o desenvolvimento de competências discentes através exposição de problemas, elaboração de hipóteses e construção de modelos.

Ao estabelecer a terminologia como conteúdo nesta proposta, recomenda-se que (MEC, 2006): “A *física térmica* pode ser estruturada a partir dos princípios da termodinâmica, associada às máquinas térmicas e a aspectos econômicos e sociais, no contexto da Revolução Industrial”, e com isso também justifica a escolha do modelo cinético-molecular, “*utilizar o modelo cinético das moléculas para explicar as propriedades térmicas das substâncias, associando-o ao conceito de temperatura à sua escala absoluta*” (BRASIL, 2002, p.23).

Enfim, a relação da didática na construção dos saberes escolares é imprescindível no ensino da Física, e os desafios docentes estão em identificar meios e procedimentos que mobilizem os alunos na construção de seu próprio conhecimento, contextualizando, possibilitando a interdisciplinaridade e respeitando o seu tempo de aprendizagem. As *DEI's* apresentam-se como uma alternativa metodológica, se comprometendo fundamentalmente na aquisição de conceitos.

– CAPÍTULO 2 –
A PESQUISA CIENTÍFICA E AS CONTRIBUIÇÕES
METODOLÓGICAS

2.1 CARACTERÍSTICAS DA PESQUISA

Os principais fatores ou pressupostos motivacionais que levaram a realização desta pesquisa foram: (1) a deficiência na matriz curricular para a Formação de Professores de Física; (2) o distanciamento entre o *Ensino de Física Experimental e Teórico*; (3) as visões deformadas da Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) sendo transmitidas aos alunos nas aulas de Física, e assim promovendo recusa e obstáculos para a aprendizagem; (4) e o desconhecimento docente quanto ao papel de um ensino por investigação em atividades experimentais na aquisição e retenção significativas de conceitos.

A consciência da finalidade da pesquisa por todos os envolvidos é uma das características principais, que é propor subsídios teórico-metodológicos de um ensino demonstrativo por investigação científica visando à aquisição significativa de conceitos térmicos. Além disso, deve orientar metodologicamente os professores para que realizem as demonstrações com segurança, estando fundamentados em uma proposta flexível, sem etapas rígidas, podendo haver mudanças de acordo com o desenvolvimento do objetivo docente priorizado. Entretanto, para transformar uma realidade, é necessário inicialmente conhecer essa realidade e suas necessidades, e assim, a pesquisa científica necessitou responder questões relacionadas à forma de ensino que se trabalha em sala de aula, ao perfil docente, as práticas experimentais demonstrativas desenvolvidas em salas de aula, se utilizam uma fundamentação metodológica nessas atividades, se a forma utilizada é capaz de promover uma aprendizagem significativa de conceitos, se há uma visão docente correta quanto à ciência, e se a proposta é significativa para os professores.

2.1.1 TIPO DE PESQUISA

A pesquisa tem caráter quali-quantitativo, e se trata de uma análise *in loco* da forma como se encontra o Ensino de Física em uma escola, e como fazer para melhorá-lo, e assim se caracteriza como **pesquisa-ação** (THIOLLENT, 2007), pelo fato de envolver os objetos de estudo de forma participativa na construção do conhecimento, visando transformar a práxis docente com o uso de uma metodologicamente correta e eficaz. A análise de alguns questionários e tabelas foi baseada na dissertação de HAO (1996).

A escola escolhida tem os três turnos de ensino médio, e possui um laboratório de ciências em péssimas condições de uso, e, entrevistando o gestor da

escola, foi dito que alguns professores realizam demonstrações em salas de aula, no entanto, o aspecto instigante é: *Como* o fazem? Pois o fato de realizarem demonstrações não garante alcançar os objetivos docentes. Dessa forma, foi instigado a saber a forma de como estava sendo realizadas essas atividades, e encontrar subsídios de melhorá-las, levando em considerações as opiniões, críticas e sugestões dos envolvidos no processo, na elaboração do *manual*. Os professores-participantes são o público-alvo, já que a linha de pesquisa é a formação de professores.

Do total de 57 professores que lecionam na escola, sete (7) são professores de Física, que é a *população* escolhida, dos quais seis (6) fazem parte da *amostra* (85,7%), sendo escolhidos dois (2) de cada turno, visando caracterizar de forma mais homogênea a escola, apesar de considerar que cada turno possui uma realidade distinta por lidar com um perfil sócio-econômico e de faixa etária diferentes entre os alunos. A preferência na escolha dos professores de Física foi os que estão ministrando ou já ministraram o conteúdo da *terminologia* (tema curricular de Física do 2º ano do ensino médio escolhido para abordar no manual), independente do sexo, de sua carga horária, de sua formação, ou de ministrarem apenas a disciplina de física ou não.

2.2 PERFIL E PRÁTICA DOS PROFESSORES DE FÍSICA

A intenção é apresentar um perfil do professores-participantes envolvidos na pesquisa, e relatar como realizam suas práticas docentes, ou seja, apresentar dados da pesquisa relacionados à realidade quanto aos aspectos metodológicos mais utilizados, enfatizando as modalidades experimentais, em especial, a demonstração didática experimental.

No caso, foram analisados seis (6) professores, entre os três turnos, e com um perfil um tanto diversificado. De acordo com dados coletados, 83,3% afirmam certa insegurança de trabalhar atividades experimentais em sala de aula, revelando uma relativa deficiência na matriz curricular, e apenas 33,3% realizam com frequência essas atividades. Considerando o perfil dos professores, onde na qual, nem todos são graduados em licenciatura em Física, encontramos os seguintes aspectos:

- 3 professores são graduados em licenciatura em Física, onde um deles possui especialização em área afim;

- 2 professores são graduados em licenciatura em Matemática, e;
- 1 professor é bacharel em Engenharia Elétrica.

Além desse aspecto, de 50% serem licenciados em Física, todos eles não trabalham somente em uma instituição de ensino, e não lecionam somente a disciplina de Física, que é uma característica predominante entre os docentes na rede pública de ensino em nosso contexto, e a amostra apresenta dupla jornada de trabalho.

A definição da escolha temática de demonstrações (aspecto metodológico) na terminologia (aspecto teórico-conceitual) no ensino médio a ser investigado nesta pesquisa, foi estabelecida por critérios definidos através de um *diagnóstico* inicial realizado entre os professores, e um levantamento bibliográfico em nosso contexto.

No segundo momento, foram realizadas oficinas pedagógicas na intenção de apresentar a proposta e coletar dados entre os professores-participantes e identificar aqueles que possam contribuir de forma substancial na (re)elaboração do manual. Ao iniciar a primeira oficina pedagógica, foi passada a proposta inicial do manual aos professores para que fizessem uma análise crítica e responsável, expondo sugestões e opiniões, sem a influência externa por quaisquer fatores de preleção direcionadora intencional, sendo apenas informados da finalidade da oficina e explicações sobre a temática.

2.3 AS ETAPAS DA PESQUISA

2.3.1 INSTRUMENTOS DE PESQUISA

Os instrumentos de pesquisa utilizados foram: (1) *diagnóstico*; (2) *oficinas pedagógicas*; (3) e *questionários*.

A) DIAGNÓSTICO

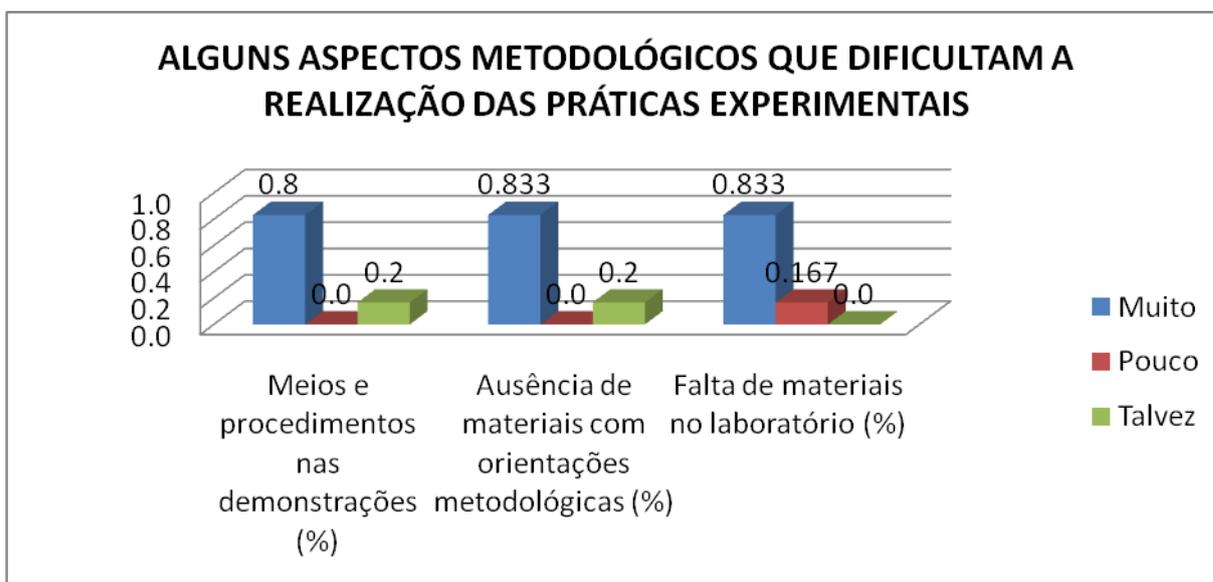
O uso de um diagnóstico (**ANEXO 2, p. 145**), como instrumento da pesquisa, teve a finalidade de *direcionar* a pesquisa, onde conseguiu: (1) apresentar a forma de como se está o Ensino Experimental de Física na escola; (2) identificar os entraves de realizar demonstrações experimentais em salas de aula; e (3) analisar quais os conteúdos mais relevantes para focar na pesquisa.

Com uma visão mais ampla da situação, foi elaborado o seguinte problema científico da pesquisa: *Como contribuir na formação contínua dos professores de*

Física do ensino médio no contexto amazônico na intencionalidade de valorizar o processo de ensino-aprendizagem da terminologia através de práticas experimentais em sala de aula? E uma possível solução alternativa esta na elaboração de um *manual de orientações metodológicas experimentais demonstrativas e investigativas*, permitindo auxiliar aos professores de Física no 2º ano do ensino médio a abordar a terminologia de forma prática e desmistificadora, para então verificar essa hipótese.

B) ANÁLISE DO DIAGNÓSTICO

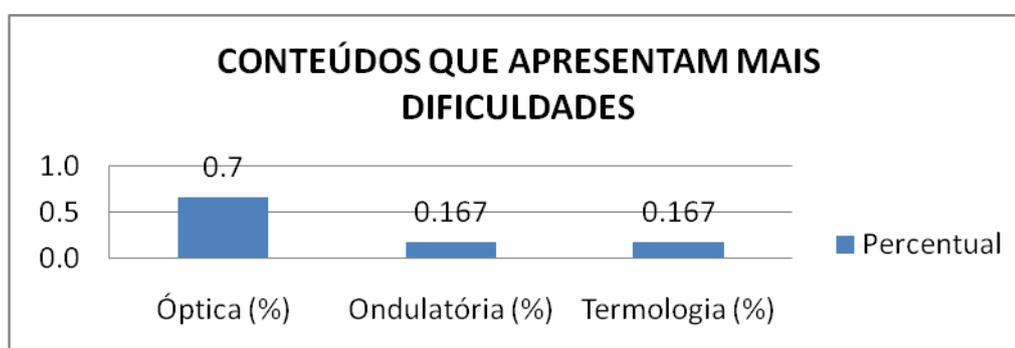
Entre as preocupações com relação à aplicação de uma metodologia experimental voltada para demonstrações em sala de aula, os dados confirmam uma dificuldade de controlar e disciplinar os alunos durante o andamento da aula experimental, e no tempo disponível que é extremamente curto para isso. Cerca de 83,3% dos professores afirmam haver dificuldades nos meios e procedimentos adequados para realizar demonstrações em sala, citando a ausência de um material que auxilie e os orientem metodologicamente para isso, entretanto, priorizam a experimentação (66,7%) em detrimento das demonstrações e estudos do meio.



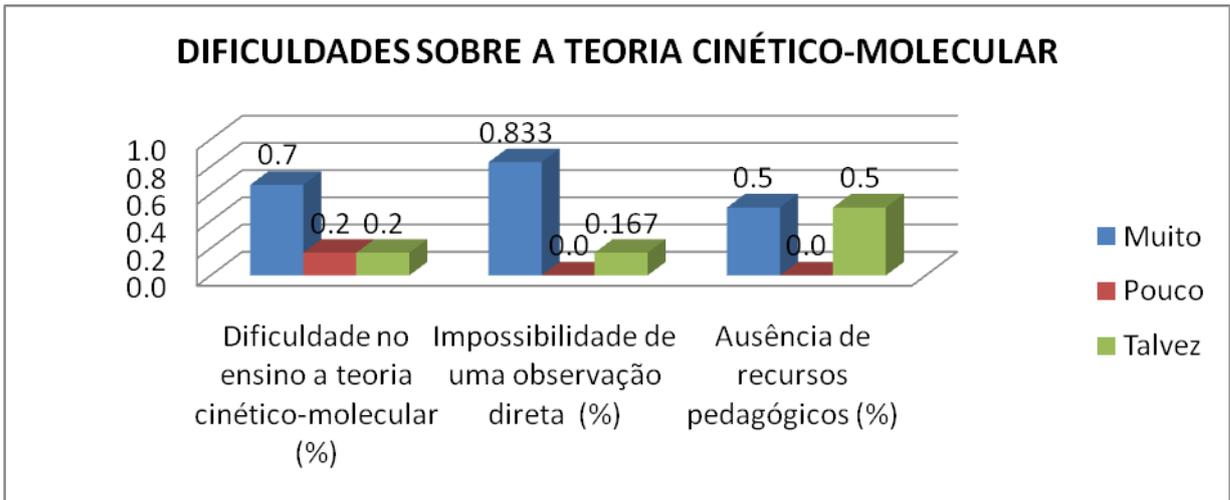
Torna-se relevante a demonstração como modalidade alternativa para o ensino, quando a escola se apresenta com ausência de materiais experimentais no laboratório, e com um espaço reservado para isso sem as condições adequadas. E assim, há professores que ainda busca justificar suas dificuldades metodológicas

nas deficiências infra-estruturais e na falta de recursos, desconhecendo ou ignorando o potencial demonstrativo diante disso.

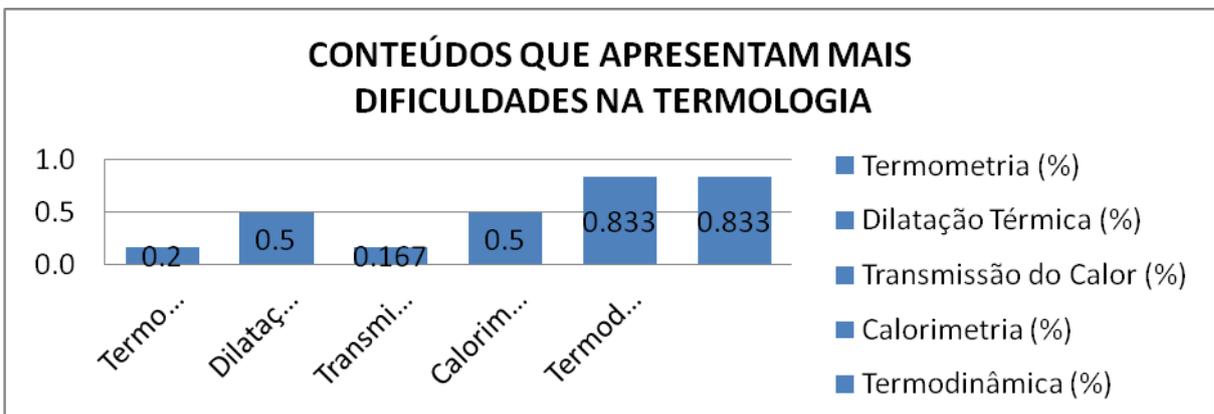
Quanto às preocupações diante do conteúdo da termologia, pode-se afirmar que os professores na maioria (66,7%) indicaram a Óptica Geométrica como conteúdo com maior dificuldade no ensino-aprendizagem, enquanto 16,7% afirmaram na termologia. Dentro da termologia, os principais conteúdos que apresentam dificuldades estão o estudo dos gases, termodinâmica, e a teoria cinética dos gases, e isso implica que os aspectos microscópicos envolvidos são um dos fatores que provavelmente estão influenciando para isso.



Supostamente, a afirmação de poucas dificuldades no ramo da termologia, talvez esteja ligada na forma de abordagem, apresentando exercícios que exigem pouco nível de abstração, envolvendo apenas aspectos macroscópicos e seus efeitos, sem investigar mais as causas e comportamento das partículas nesse processo. Pode-se evidenciar isso, quando questionados sobre as dificuldades em abordar a teoria cinético-molecular. A maioria dos professores (66,7%) afirma que existem dificuldades nesses aspectos, e justificam em ordem de prioridade: (1) 83,7% na impossibilidade de uma observação direta sobre o comportamento das partículas; (2) 66,7% na necessidade de domínio teórico docente; (3) 50 % na ausência de recursos pedagógicos que possam auxiliar os professores, e por último; (4) devido ao nível de abstração que exige.

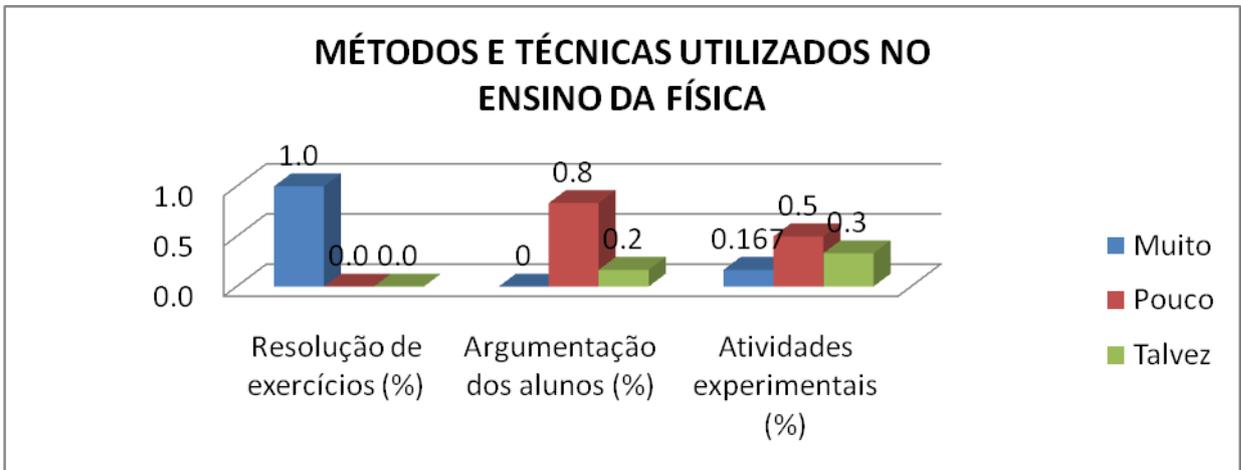


Na concepção ausubeliana, o ramo da termologia é sustentado teoricamente pela *teoria cinético-molecular* e as *leis da termodinâmica* (MOREIRA, 1999), e são exatamente esses conteúdos que os alunos mais sentem dificuldades (66,7% a 83,3%), com isso, pode-se afirmar que esse é um fator determinante que compromete a eficácia no ensino e aprendizagem em toda a termologia. Por tanto, apesar de 66,7% abordarem todo o conteúdo, e afirmarem um aproveitamento de 50% a 83,3%, essa afirmação é questionável e deve ser verificada, discutida e refletida.



Analisando os métodos mais utilizados, há um predomínio de aulas expositivas explorando demasiadamente a resolução de exercícios, típico de um ensino tradicional, onde 16,7% efetivamente realizam e valorizam as atividades experimentais, e entorno de 33,3% a 66,7% buscam contextualizar historicamente a ciência nas aulas de Física. Outro fato que chamou atenção foi que, apesar de 50% a 66,7% solicitarem trabalhos em grupo, é inexistente a importância dada à argumentação dos alunos nas salas de aula, indicando o descompasso do ensino-

aprendizagem, pois a centralização do ensino acarreta conseqüentemente passividade na aprendizagem, ou seja, este modelo esta fadado ao fracasso.



Considerando as demonstrações como necessidade no processo de ensino-aprendizagem, os professores valorizam mais os aspectos prático-experimental (66,7%) e teórico-conceitual (66,7%) em detrimento do aspecto teórico-metodológico (16,7%), que é onde se encontra as principais competências docentes. Dessa forma, o destaque no domínio teórico-conceitual envolvido e a habilidade técnica nas demonstrações, contradizem a necessidade de orientações metodológicas citada anteriormente. Dessa forma, admitem equivocadamente de forma indireta que as demonstrações são auto-suficientes, desconsiderando os fatores procedimentais que favorecem a aquisição de conceitos, assim como as concepções e ações dos alunos como requisito a direcionar e otimizar o ensino.

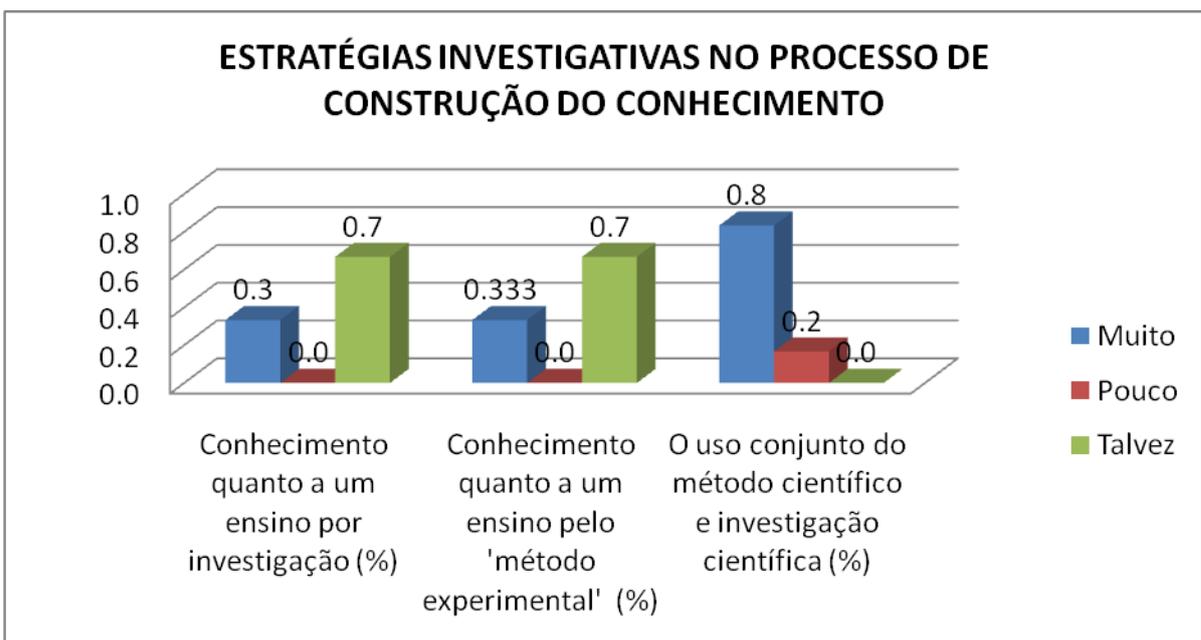


TABELA 3 – Dados do Diagnóstico Relacionado à Metodologia de Ensino Experimental de Física na Escola Investigada, 2010.

Nº	Relação de Tópicos	Sim/Muito	Percentagem (N=6)	Não/Pouco	Percentagem (N=6)	Talvez	Percentagem (N=6)
MATRIZ CURRICULAR E PERFIL EXPERIMENTAL NO ENSINO							
1	Deficiência na Matriz Curricular para um ensino experimental	1	16,7%	2	33,3%	3	50%
2	Frequência de demonstrações	2	33,3%	4	66,7%	–	0%
ALGUNS ASPECTOS METODOLÓGICOS QUE DIFICULTAM A REALIZAÇÃO DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS							
3a	Dificuldade quanto ao controle e disciplina dos alunos	–	0%	1	16,7%	5	83,3%
3b	Dificuldade quanto ao tempo disponível	2	33,3%	3	50%	1	16,7%
3c	Dificuldade quanto aos meios e procedimentos para a demonstração	5	83,3%	–	0%	–	0%
3d	Dificuldade quanto à ausência de materiais que orientem a atividade	5	83,3%	1	16,7%	–	0%
3e	Dificuldades quanto à ausência de materiais de laboratório	5	83,3%	1	16,7%	–	0%
MÉTODOS E TÉCNICAS DE ENSINO MAIS UTILIZADAS E A NECESSIDADE DO USO DE DEMONSTRAÇÕES							
4a	O uso da aula expositiva	6	100%	–	0%	–	0%
4b	Resolução de exercícios	6	100%	–	0%	–	0%
4c	Atividades experimentais	1	16,7%	3	50%	2	33,3%
4d	Textos sobre história da ciência	2	33,3%	2	33,3%	2	33,3%
4e	Debates e diálogos – a argumentação dos alunos em sala	–	0%	5	83,3%	1	16,7%
4f	Atividades em grupo	3	50%	2	33,3%	1	16,7%
5a	A necessidade da demonstração quanto ao aspecto teórico-metodológico	1	16,7%	2	33,3%	3	50%

TABELA 3 – Aspectos Relacionados à Metodologia de Ensino de Física nas Atividades Experimentais da Escola, 2010. (continuação)

5b	A necessidade da demonstração quanto ao aspecto prático-experimental	2	33,3%	2	33,3%	2	33,3%
5c	A necessidade da demonstração quanto ao aspecto teórico-conceitual	3	50%	2	33,3%	1	16,7%
ANÁLISE DOS CONTEÚDOS QUE MAIS APRESENTAM DIFICULDADES NO PROCESSO DE ENSINO							
6a	Dificuldade em ensinar/aprender a Termologia	1	16,7%	–	0%	–	0%
6b	Dificuldade em ensinar/aprender a Ótica	4	66,7%	–	0%	–	0%
6c	Dificuldade em ensinar/aprender a Ondulatória	1	16,7%	–	0%	–	0%
7a	Dificuldade em ensinar/aprender termometria	1	16,7%	–	0%	5	83,3%
7b	Dificuldade em ensinar/aprender dilatação térmica	3	50%	3	50%	–	0%
7c	Dificuldade em ensinar/aprender transmissão do calor	1	16,7%	4	66,7%	1	16,7%
7d	Dificuldade em ensinar/aprender calorimetria	3	50%	3	50%	–	0%
7e	Dificuldade em ensinar/aprender estudo dos gases	5	83,3%	1	16,7%	–	0%
7f	Dificuldade em ensinar/aprender termodinâmica	5	83,3%	1	16,7%	–	0%
8	Abordagem de toda a Termologia	4	66,7%	1	16,7%	1	16,7%
9	Aproveitamento na aprendizagem da Termologia	3	50%	1	16,7%	2	33,3%
10a	Dificuldade em ensinar/aprender transformações gasosas	1	16,7%	4	66,7%	1	16,7%
10b	Dificuldade em ensinar/aprender a lei de Avogadro	1	16,7%	4	66,7%	1	16,7%
10c	Dificuldade em ensinar/aprender a equação de Clayperon	3	50%	3	50%	–	0%
10d	Dificuldade em ensinar/aprender a Teoria Cinética dos Gases	4	66,7%	1	16,7%	1	16,7%
11a	Dificuldade na Teoria Cinética devido à impossibilidade de uma observação direta	5	83,3%	–	0%	1	16,7%
11b	Dificuldade na Teoria Cinética devido à ausência de recursos pedagógicos	3	50%	–	0%	3	50%

TABELA 3 – Aspectos Relacionados à Metodologia de Ensino de Física nas Atividades Experimentais da Escola, 2010. (continuação)

11c	Dificuldade na Teoria Cinética devido ao nível de abstração	–	0%	6	100%	–	0%
11d	Dificuldade na Teoria Cinética devido à necessidade de grande domínio teórico docente	4	66,7%	–	0%	2	33,3%
VISÃO ANALÍTICA ENTRE DAS VANTAGENS NAS DIFERENTES MODALIDADES DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS							
13a	A demonstração em detrimento da experimentação e estudos do meio	2	33,3%	4	66,7%	–	0%
13b	Os estudos do meio em detrimento da experimentação e demonstração	–	0%	1	16,7%	5	83,3%
13c	Demonstrações reais e concretas em detrimento de demonstrações virtuais e simuladas	5	83,3%	1	16,7%	–	0%
14	Demonstração/observação aberta em detrimento às demonstrações fechadas centralizadoras	6	100%	–	0%	–	0%
15	Demonstrações abertas facilitando ensinar/aprender a Terminologia	6	100%	–	0%	–	0%
16	O uso de avaliação diagnóstica como introdução nas aulas de Física	2	33,3%	–	0%	4	66,7%
17	Um ensino baseado em uma aprendizagem mecânica por memorização	1	16,7%	3	50%	2	33,3%
18	Conhecimento docente quanto a um ensino por investigação científica	2	33,3%	–	0%	4	66,7%
19	Conhecimento docente quanto a um ensino com uso do método científico	2	33,3%	–	0%	4	66,7%
20	O uso conjunto do método científico e investigação científica	5	83,3%	1	16,7%	–	0%
TOTAL		123	47,5%	77	29,7%	59	22,8%

Fonte: Braga, Marcel (2010)

C) CONTRIBUIÇÃO DOS PROFESSORES-PARTICIPANTES ATRAVÉS DAS OFICINAS PEDAGÓGICAS

As oficinas pedagógicas realizadas possuíam duração de 3 h, num total de 12 h de oficinas distribuídas em 4 dias. A realização das oficinas foi fundamental para que fossem discutidas as propostas, e feito um levantamento de dados para análise e (re)elaboração do *manual*. Logo mais abaixo seguem comentários específicos das oficinas realizadas.

QUADRO 5 – Oficinas Pedagógicas e suas Finalidades, 2010.

OFICINAS DE FORMAÇÃO		
	OFICINAS	OBJETIVO
Análise Teórica (1)	“Proposta Metodológica de Demonstrações Investigativas no Ensino da Termologia: Contribuições na Prática Docente”:	Apresentar e discutir a proposta metodológica de <i>DEI's</i> , registrando as contribuições.
Análise Prática (2)	“Um Conjunto de <i>DEI's</i> e a Aquisição Significativa de Conceitos na Termologia: o Modelo Cinético-Molecular Facilitando o Ensino-Aprendizagem.	Aplicar a metodologia <i>DEI's</i> e discutir analiticamente as etapas da proposta, registrando as contribuições.

Fonte: Braga, Marcel (2010)

Oficina (1): “Proposta Metodológica de Demonstrações Investigativas no Ensino da Termologia: Contribuições na Prática Docente”

A oficina foi intencionalmente elaborada para que fossem discutidas opiniões quanto à proposta metodológica. No caso, refere-se às *Demonstrações Experimentais Investigativas (DEI's)*, onde na qual se sugerem que o docente busque exercer diversas funções, como o de *planejador*, *instigador*, *experimental*, *mediador* e *justificador*, sendo mais enfatizados esses aspectos em determinadas etapas do processo. As etapas do processo não são rígidas, mas sim, flexíveis, portanto, existe a possibilidade de algumas ações serem realizadas em outros momentos, no entanto, foi estabelecida essa estrutura para que possa seguir certa logicidade nas ações distinguindo as principais funções docentes.

Foram discutidas as (1) vantagens/desvantagens de ensinar através de ciclos de investigação; (2) quais são as competências didático-pedagógicas envolvidas que visam atribuir maior autonomia aos alunos; (3) uma visão correta de Ciência-

Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA); (4) uma aprendizagem significativa de conceitos, em especial, no campo da termologia do ensino médio; e (5) quais foram os critérios relacionados à organização dos conteúdos para iniciar o conteúdo da termologia, partindo de aspectos macroscópicos relacionados à 'Natureza da Matéria', em seguida as demonstrações fundamentais da proposta, que é a do 'Modelo Mecânico Cinético-Molecular Horizontal', onde tem a finalidade de vetor epistemológico facilitador entre os fenômenos térmicos.

A importância dessa demonstração está no fato de poder ser observado indiretamente o suposto comportamento das partículas, e assim, visualizar as três leis fundamentais da termodinâmica, que são: a lei zero, primeira lei e segunda lei da termodinâmica, e a partir daí, facilitar a compreensão dos fenômenos térmicos. Obviamente, as *DEI's* aliadas ao Modelo Cinético-Molecular (*MCM*) visam de início identificar as principais grandezas físicas envolvidas, discutir a relação entre elas, e possibilitar um caminho a se chegar nas Leis e Princípios mais gerais e específicos que regem o fenômeno em si, uma sugestão para isso é deduzir matematicamente através de *análise dimensional*, e resolver equações dimensionais.

No caso, o *MCM* e as *Leis da Termodinâmica* são considerados um corpo de conhecimentos mais amplos e inclusivos, e devem ser abordados inicialmente, e servir de referência na compreensão dos fenômenos térmicos e suas particularidades, a ênfase na proposta elaborada esta no *MCM*, de onde possibilita a visualização das leis da termodinâmica.

Oficina (2): “Um Conjunto de *DEI's* e a Aquisição Significativa de Conceitos da Termologia: o Modelo Cinético-Molecular Facilitando o Ensino-Aprendizagem”

A oficina realizou com o objetivo de visualizar a etapas do processo de aplicação da proposta metodológica, sendo utilizados os modelos físicos escolhidos para a demonstração investigativa (*DEI's*). As demonstrações foram apresentadas em um conjunto, e não uma única demonstração isolada, critério esse sugerido unanimemente entre os professores-participantes.

Parte-se de demonstrações do Modelo Cinético-Molecular, buscando admitir e justificar as hipóteses fundamentais do comportamento das partículas seguidas de um conjunto de demonstrações investigativas sobre a 'Natureza da Matéria', visando buscar a compreensão entre os alunos quanto às principais propriedades da matéria que são: (1) massa; (2) impenetrabilidade; (3) porosidade; (4) extensão; (5) inércia;

(6) divisibilidade, e; (7) elasticidade, que possivelmente poderão influenciar na compreensão dos fenômenos térmicos.

O fato é que essas propriedades devam ser trabalhadas na etapa do ensino fundamental, no entanto, muitos alunos trazem dificuldades conceituais relacionadas a esses aspectos, e com isso, supõe que irá trazer fatalmente conseqüências prejudiciais para o aprendizado dos conceitos básicos da termologia, pois nesse nível, serão discutidos fenômenos relacionados ao comportamento da matéria de vários aspectos quando variado a 'temperatura' ou quando existe 'trocas de calor' entre os corpos.

Analisando o conteúdo da termologia, foram selecionados 5 cinco fenômenos que pudessem retratar os principais fenômenos térmicos, dentre eles estão: (1) a dilatação térmica; (2) trocas de calor; (3) transmissão do calor; (4) transformação gasosa, e; (5) conservação de energia, no caso, a dilatação térmica foi estabelecida como conteúdo inicial a ser trabalhado na termologia, e servirá de exemplo nas demonstrações sugeridas.

O manual foi elaborado inicialmente com dez (10) unidades temáticas, e foi separado e distribuído em forma de material textual aos professores-participantes. A finalidade deste instrumento é de proporcionar aos professores uma visão de como esta sendo construído o manual e do conteúdo envolvido, para ser submetido posteriormente a uma análise crítica, discussão em grupo, visando uma (re)elaboração do manual, levando em consideração todas as contribuições e sugestões envolvidas. As unidades temáticas seguem a seguinte ordem:

- 1 – O que são atividades experimentais no ensino da Física?
- 2 – Qual o papel das atividades experimentais na construção do conhecimento?
- 3 – Por que um ensino por investigação em um paradigma cognitivo-construtivista?
- 4 – O que são Demonstrações Experimentais Investigativas?
- 5 – Como trabalhar as *DEI's*?
- 6 – Comparação entre o 'Método Científico' e as estratégias de investigação científica.
- 7 – Estratégia metodológica experimental através de um conjunto de *DESI's*: O conhecimento da Termologia aliado ao Modelo Cinético Molecular.
- 8 – Mapa conceitual sobre as *DEI's*
- 9 – As *Demonstrações Didáticas Experimentais Investigativas*
- 10 – Sugestões de recursos de apoio.

Essa tarefa teve a finalidade de obter sugestões e críticas dos professores-participantes, e assim contribuir na (re)construção do manual. Algumas perguntas encontravam-se após a leitura de cada texto (unidade temática), onde na qual deveriam direcionar suas opiniões as seguintes questões:

1. O texto deste capítulo está claro, objetivo e fácil de compreender? Sim? Não? Por quê? O que seria?
2. O texto trás algo novo ou inovador, que vir a contribuir para a melhoria metodológica em sua prática docente? O que seria?
3. Quais aspectos você acredita que deveria se acrescentado (ou retirado) para melhorar a qualidade do texto? O que seria ?

Esses questionamentos instigam uma análise crítica dos professores-participantes quanto ao esboço do manual apresentado em cada uma das unidades temáticas. Todas as sugestões levantadas foram registradas e levadas em consideração na (re)elaboração do manual, e assim o torna mais significativo para a realidade e necessidade dos professores. Entre as informações coletadas, foram escolhidos alguns dos comentários mais significantes sobre o manual pelos professores, e feitas às respectivas análises, como se pode observar abaixo.

1 – O que são atividades experimentais no ensino da Física?

P1 – Explica e diferencia de forma clara e objetiva as diferentes atividades experimentais. É importante identificar e diferenciar as modalidades experimentais, para assim realizar as ações pedagógicas de forma lógica e com finalidades bem específicas, esse critério pode ser determinante para bons resultados na aprendizagem direcionando o ensino.

Percebe-se a importância de esclarecer as diferenças entre as modalidades de atividade experimental, de acordo com seus objetivos didáticos, ressaltando suas principais e sutis características, os professores-participantes relataram que estes aspectos podem estabelecer mais segurança no processo das ações docentes pelo direcionamento, e com isso contribui como fundamento teórico básico no manual.

2 – Qual o papel das atividades experimentais na construção do conhecimento?

P6 – O conhecimento deve se estabelecer no aluno de forma ampla, porém muitas vezes parece existir um abismo conceitual entre diferentes teorias. Fica claro a importância do papel dos experimentos nesse processo, onde além de preencher essas lacunas, utiliza uma diversidade de símbolos que ajudam na memorização

dos conceitos, além de vários elementos existentes durante esse processo, como a autonomia dos alunos, conflito cognitivo e a importância do trabalho em grupo.

Os professores perceberam a relevância construção do conhecimento pelos alunos, de forma crítica e analítica, onde na qual as *DEI's* sendo atividades participativas e receptivas, com isso se caracterizam como método enriquecedor por fornecer múltiplos signos através da mediação semiótica, além de levar em consideração e valorizar as concepções envolvidas no processo.

3 – Por que um ensino por investigação em um paradigma cognitivo-construtivista?

P4 – Abordar seguindo um caminho investigativo supera o de apresentar de forma imediata para o aluno, onde no caso, impede que o aluno possa explorar sua imaginação, criatividade, astúcia e instinto. Acredito que isso de fato pode fazer uma grande diferença no seu aprendizado, onde muitas vezes temos dificuldade de induzi-los a seguir por esse caminho. Outro aspecto que me agradou, foi visualizar o papel intermediário do ensino na construção e elaboração de um modelo mais acessível aos alunos.

P2 – Acredito que o texto não contribui de forma direta para as orientações práticas, pois já está comentada e explicada às principais idéias relacionadas a essa questão no texto seguinte.

Explorar as múltiplas potencialidades do aluno no sentido de propor uma mudança conceitual, metodológica e atitudinal é uma das finalidades do direcionamento investigativo no ensino experimental, onde o destaque não está no simples ato de manipular (experimentação) ou observar (demonstração), mas sim, se caracterizar como um trabalho científico. Os professores conseguiram identificar a importância da investigação quanto aos aspectos cognitivos dos alunos, na construção, consolidação e estruturação de conceitos, pois se sustenta na compreensão fenomenológica observada. Entretanto, a crítica de alguns professores sobre o texto desvincular dos ideais de praticidade e objetividade condenam a inclusão desta unidade temática no manual.

4 – O que são Demonstrações Experimentais Investigativas?

P5 – Está clara a definição de demonstrações experimentais investigativas, e é exposto detalhes e variações quanto à forma da abordagem, no entanto, o recurso mediador de aprendizagem, o ambiente de ensino e a forma de procedimento

poderiam ser visualizados de forma ilustrativa mais na prática, sendo identificadas suas diferenças e vantagens.

As demonstrações experimentais são uma técnica expositiva, e a investigação é um grau de direcionamento dado a ela no ensino. Na prática, as vantagens desse aspecto já foram comentadas, onde de um modo geral, favorecem maior autonomia aos alunos e promovem uma aprendizagem mais consistente. Quanto a visualização desse processo, na unidade temática (sete) 7, foi criado um esquema metodológico que representa a proposta em cada etapa.

5 – Como trabalhar as DEI's?

P1 – O texto expõe com clareza a proposta do autor de desenvolver um bom trabalho na sala de aula.

A prática de demonstrações de investigação é algo conhecido e contribui no desenvolvimento das aulas, não é algo novo, pois já faço isso e sei que traz resultados positivos.

Apesar de a resposta ter sido positiva quanto a realização de demonstrações investigativas em sua prática docente, foi constatado que não tinha um grau de direcionamento investigativo, mas sim *verificativo*, e com isso, sua afirmação indica conhecer algo este processo de forma pessoal e distorcida, supostamente causada pela dificuldade de diferenciar o método científico com as estratégias de um ensino por investigação, daí a importância comparar esses aspectos.

6 – Comparação entre o ‘Método Científico’ e as estratégias de investigação científica.

P2 – Sim, foi explanado em uma linguagem prática e de fácil entendimento e a visualização gráfica demonstra todo o capítulo muito bem.

P1 – Muito bom, porém expõe uma situação muito genérica das estratégias de investigação. Seria mais interessante se abordasse um esquema vincula com a proposta apresentada.

Com certeza, o método de investigação científica contribui em muito para o aprendizado, e como ele está sendo abordado me possibilita utilizá-lo freqüentemente em sala de aula.

Um ensino por investigação trás implicações como atribuir autonomia aos alunos durante o processo de (re)descoberta de conceitos, pode-se de fato ser utilizado com freqüência em sala de aula, mas deve oportunizar os alunos de exporem mais seus pontos de vista, sua inquietações, e não fornecer de imediato

respostas, mas sim, mostrando os caminhos que devem seguir para buscar suas respostas, ou seja, fornecer um direcionamento na suas aprendizagem, instigando e alimentando ainda mais sua curiosidade.

Apesar das vantagens ao fazer essa comparação, alguns comentários desfavorecem que essa unidade temática deva estar incluída no produto final do manual. Pode-se justificar a coerência de fazer isso, pelo fato de que os comentários e esquemas apresentados já expõem as características investigativas envolvidas no processo, e assim, diferenciando do método científico.

7 – Estratégia metodológica experimental através de um conjunto de DEI's: O conhecimento da Termologia aliado ao Modelo Cinético-Molecular.

P5 – Sim, que o texto está numa abordagem simples e prática, porém a maioria das práticas já trabalho com os alunos. Acredito que outro modelo de fluxograma melhoraria bem mais a parte do ciclo investigativo.

P1 – As demonstrações não devem ser isoladas, pois, se pretende convencer o aluno, o ideal é apresentar um conjunto de demonstrações e discuti-las com os alunos.

É importante saber que os professores trabalham as práticas experimentais, pois são simples, elaboradas com matérias alternativos e fáceis de serem demonstradas, porém, o problema não está no que ensinar apenas, mas no ignorado *como ensinar*. Por isso, é necessário refletir sobre a prática docente e nas formas de avaliar a aprendizagem, e visando uma melhora nesses aspectos, as demonstrações investigativas na termologia vão se sustentar no modelo mecânico cinético-molecular horizontal, um modelo físico demonstrativo com a função de *vetor epistemológico* facilitador na compreensão de todos os fenômenos térmicos, pois possibilita uma observação indireta do comportamento das partículas aos alunos. A recomendação de apresentar um conjunto de demonstrações em uma mesma aula foi um consenso entre os professores, por isso, nenhuma demonstração será apresentada de forma isolada no manual, mas sim, como um conjunto de demonstrações experimentais, onde todas podem ser investigadas.

8 – Mapa conceitual sobre as DEI's

P4 – É interessante visualizar as principais idéias que alcançadas pela proposta e os conceitos envolvidos, podemos ver a riqueza dessa proposta se for aplicada de forma correta.

P6 – Achei complexo, apesar de elegante, o fato é que existem elementos que desconheço, com isso, não faz sentido para mim analisar e trazer de forma útil nas ações práticas.

Possibilita de forma ampla identificar os conceitos e elementos envolvidos, diferenciar de outras modalidades experimentais e visualizar as múltiplas finalidades educativas que as *DEI's* possibilita, ou seja, contribui somente se quem lê entende o significado dos conceitos e idéias expostas. Essa unidade temática deve ser retirada pelo fato de corresponder a informações elaboradas pelo pesquisador e não pelo professor-participante, com isso esta desvinculada com o conhecimento disponível dos professores que irão aplicar a metodologia.

9 – Elaboração da Demonstração Experimental Investigativa

P3 – Sim, o texto tem compromisso com a clareza e objetividade.

P4 – É importante que o professor seja ‘peça-chave’ no aprendizado. O professor deve fazer ponderações relevantes para que o aluno encontre o caminho certo. O professor deve ser orientador e também animador no processo de ensino-aprendizagem. Experiências científicas são sempre divertidas, curiosas, animadas e esclarecidas.

P5 – Quando se apresenta várias demonstrações relacionadas a um mesmo conteúdo, isso, além de contagiar os alunos, estimula sua imaginação e esclarecem mais dúvidas pela abordagem ser ampla, e explorar situações diferentes.

Os professores-participantes reforçam que a abordagem demonstrativa não seja de forma isolada, com apenas uma única demonstração a ser explorada, mas que seja com um conjunto de demonstrações, possibilitando uma visão ampla do fenômeno, buscando correlacionar com outras áreas de conhecimento de forma interdisciplinar. Dessa forma, decidiu-se apresentar um *conjunto de demonstrações de dilatação térmica*, ao iniciar o estudo da termologia, e conseqüentemente, proporcionar uma seqüência lógica na abordagem. O tema desta unidade será mudado, pois não será elaborado, mas sim, apresentado as *DEI's*.

10 – Sugestões de recursos de apoio

P6 – Finalizar indicando novos caminhos é agir com bom senso, de que existem muitas outras possibilidades educativas, ou que essas possibilidades podem ser adaptadas ao modelo proposto, o difícil porém é conseguir alguns desses materiais como vídeos.

Professores muitas vezes sentem a vontade de trabalhar de forma melhor, com melhores recursos, ou procuram sugestões metodológicas que visem aperfeiçoar o processo de ensino-aprendizagem, e infelizmente desconhecem onde buscar. Ainda que seja difícil obter pelos preços ou localidades, é interessante conhecer esses caminhos para quando surgir oportunidades da escola priorizar o ensino de física dentro de sua política educacional, saber onde e como disponibilizar os recursos financeiros na compra para a obtenção desses materiais. O tema desta unidade será mudado para “outros materiais de apoio às demonstrações”, pois considera-se mais sugestivo e apropriado de acordo com sua finalidade.

Analisando outro aspecto docente, considera-se que aplicar as *DEI's*, dentro desta proposta, exige uma visão correta da relação Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (*CTSA*), onde supostamente possa estar sendo transmitida de forma distorcida por omissão ou por ação aos alunos. Com isso, foi aplicado um **questionário (ANEXO 3, p. 148)** com a finalidade de investigar esses aspectos docentes, e discutir o assunto para que não se torne um obstáculo na aplicação da proposta metodológica (Kalhil, 2003, p. 44) . As *DEI's* estão fundamentadas em uma visão coerente cientificamente, e é relevante que o professor aja de acordo.

Iniciando a análise do questionário, podem-se identificar traços relacionados a uma **visão individualista e elitista** entre os professores-participantes, e percebe-se que eles não sinalizam para um anti-feminismo científico, e se dividem quanto a coletividade na construção do conhecimento, pois 50% acreditam que o avanço da ciência depende isoladamente da genialidade de indivíduos.

Há uma relação direta da ciência com a tecnologia, sociedade e meio-ambiente (*CTSA*), e abordar esses aspectos faz com que os alunos desenvolvam senso crítico, tenham consciência dos avanços tecnológicos e reconheça suas aplicações em situações de seu cotidiano. Entretanto, um ensino livresco desconhecesse que o conhecimento é complexo, orgânico e sistemático, e desconsiderar esses aspectos revela uma **visão descontextualizada de CTSA**. A metade dos professores-participantes revelou certa dificuldade em compreender o papel da tecnologia para a ciência, e afirmam que as causadas pela depredação do planeta são culpa do avanço da ciência e tecnologia, omitindo muitas vezes que existem questões sociais e econômicas envolvidas que decidem um caminho obscuro e reacionário para a ciência. A pesquisa identificou um predomínio (66,7%) dessa visão entre os professores-participantes.

Muitos professores experimentais são influenciados com uma **visão empírico-indutivista e ateórica** da ciência, onde a verdade do conhecimento baseada em nossos sentidos corresponde ao caminho mais lógico e correto, considerando ainda que o processo e a verificação da hipótese fosse algo inédito, uma grande descoberta, desprezando a pré-existência de um mínimo corpo de conhecimentos nos procedimentos.

Entre os métodos utilizados nas atividades experimentais, 50% a 66,7% enfatizam o 'Método Científico', afirmam utilizá-lo fidedignamente. Quanto às 'estratégias de investigação científica', mais da metade afirmam fazer uma análise crítica do funcionamento dos instrumentos de medida, discutindo seus mecanismos de funcionamento.

Condicionar uma aprendizagem é aplicar de forma algorítmica um método de ensino, ignorando as diversas possibilidades educativas existentes, 83,3% seguem essa filosofia ao destacar o 'Método Científico' como um processo experimental de etapas inflexíveis que resultam certamente em uma conclusão satisfatória.

Deduzir formalmente equações sem que se faça referência ao aspecto fenomenológico (66,7%), é um caminho a ser discutido, assim como utilizar um método universal de resolução de problemas, sendo aplicadas as turmas diferentes (33,3% afirmam fazer, e 50% que provavelmente faça), desconsiderando as formas distintas que o aluno processa as informações. Quando o ensino assim o procede, pode-se afirmar que possui ou tende a uma **visão rígida, algorítmica e infalível** nesta área do conhecimento.

Fazer com que um ensino seja motivador é necessário indagar, problematizar o conteúdo, pois todo o ramo do conhecimento, como no caso da Física, preocupa-se em investigar e resolver problemas, específicos em cada ramo no caso da mecânica, ondulatória, acústica, ou mesmo, a terminologia. Com isso, a problematização, trás uma reflexão importante em um ensino por investigação, pois é necessário fazer com que os alunos busquem uma autonomia de problematizar com critérios e maturidade, não apenas questionar superficialmente de forma ampla, mas também de forma específica e profunda, e isso é possível quando se favorece a argumentação com um ambiente de discussão. Quando o professor não busca problematizar e/ou enfatizar a história da ciência, sua abordagem é de uma **visão aproblemática e ahistórica**, sendo dogmático em seu discurso, ou seja, impossibilitando uma crítica quanto à verdade do conhecimento exposto. Metade

dos professores-participantes não parte de um problema quando se ensina, omitindo ou desconhecendo que exista um problema inerente ao conteúdo, e 16,7% nunca o fizeram, fator esse preocupante na postura docente, remetendo a uma necessária mudança metodológica para o ensino.

O problema por sua vez, quando tratado de forma extremamente analítica, isolado e desvinculado de outros campos do saber, negando ou omitindo a possibilidade de interdisciplinaridade, é tido como reducionista por ser uma **visão exclusivamente analítica** da ciência, da qual apenas dois professores-participantes aparentemente apresentam esses traços.

A metade dos professores-participantes não apresentou dificuldade em afirmar a importância de teorias rivais no processo da construção do conhecimento, assim como é um processo lento e não imediato. Esse aspecto é fundamental no ensino por investigação, onde é necessário que os alunos discutam e valorizem os diferentes pontos de vistas entre si, respeitando as hipóteses e explicações individuais, visando uma solução consensual, e assim, revelando que esse é um processo não tão imediato, mas sim, que deve ser analisado e construído de forma paulatino. Seguindo esses passos, o professor evita uma **visão acumulativa e de crescimento linear** do conhecimento, que é um aspecto reducionista para a ciência.

Na elaboração da tabela a partir da análise das respostas do questionário, foi adotado um critério de tendência através de uma escala de 1 a 5, onde considera-se que de 1 e 2 tendem a *pouco/negando*, 3 a *indecisão/ talvez*, e de 4 a 5 sendo *muito/afirmando*, e assim montada a tabela 3, que encontra logo abaixo.

TABELA 4 – Possíveis Visões Distorcidas da Ciência do Ensino Sendo Transmitidas aos Alunos por Ação ou Omissão, 2010.

Nº	Relação de Tópicos	Sim/Muito	Porcentagem (N=6)	Não/Pouco	Porcentagem (N=6)	Talvez	Porcentagem (N=6)
VISÃO INDIVIDUALISTA E ELITISTA							
1	Destaque de cientistas femininas -	2	33,3%	2	33,3%	2	33,3%
2	Incentivo feminino a ramo científico	6	100%	–	0%	–	0%
3	O avanço científico é fruto do trabalho coletivo em detrimento de gênios isolados	3	50%	3	50%	–	0%
VISÃO DESCONTEXTUALIZADA DE CTSA							
4	Visão distorcida do papel da tecnologia-	3	50%	3	50%	–	0%
5	Visão reducionista da dimensão técnica científica	2	33,3%	4	66,7%	–	0%
6	Visão deformada quanto às implicações sociais e ambientais da ciência	4	66,7%	2	33,3%	–	0%
VISÃO EMPIRO-INDUTIVISTA E ATEÓRICA							
7	Visão empiro-indutivista e ateórica por enfatizar o 'Método Científico'	3	50%	2	33,3%	1	16,7%
8	Utilização do 'Método Científico' em sala de aula	5	83,3%	1	16,7%	–	0%
9	Análise crítica sobre os instrumentos de medida no processo investigativo	4	66,7%	2	33,3%	–	0%
VISÃO RÍGIDA, ALGORÍTMICA E INFALÍVEL							
10	Destaque do 'Método Científico' nas atividades experimentais	5	83,3%	1	16,7%	–	0%
11	Dedução de equações matemáticas sem uma verificação fenomenológica	4	66,7%	1	16,7%	1	16,7%
12	Mesmo método para todos – concepção algorítmica	2	33,3%	1	16,7%	3	50%

TABELA 4 – Possíveis Visões Distorcidas da Ciência do Ensino Sendo Transmitidas aos Alunos por Ação ou Omissão, 2010. (continuação)

VISÃO APROBLEMÁTICA E AHISTÓRICA (ERGO ACABADA E DOGMÁTICA)							
13	Ensinar Física partindo de um problema e contextualizando historicamente	2	33,3%	3	50%	1	16,7%
VISÃO EXCLUSIVAMENTE ANALÍTICA							
14	Possibilidade de vincular o problema de forma interdisciplinar	4	66,7%	1	16,7%	1	16,7%
VISAO ACUMULATIVA E CRESCIMENTO LINEAR							
15	Apresentação de teorias rivais Alternativas	3	50%	2	33,3%	1	16,7%
16	Teorias revolucionárias ocorrem de forma lenta	3	50%	2	33,3%	1	16,7%
TOTAL		55	57,3%	30	31,2%	11	11,5%

Fonte: Braga, Marcel (2010).

Na segunda oficina, foram realizadas as demonstrações experimentais investigativas sugeridas no manual, seguindo rigorosamente as etapas e orientações metodológicas propostas, para assim serem discutidas e avaliadas na prática. A seqüência lógica na abordagem foi considerada pelos professores necessária, e reflete a realidade dos alunos, quando se pretende abordar de forma receptiva o modelo cinético-molecular e investigar as propriedades da matéria, antes de se aprofundar no ramo da termologia. Pequenos ajustes na metodologia foram feitas, principalmente com relação à duração da atividade, onde na qual, os ciclos investigativos seriam para duas aulas.

Diante das mudanças realizadas no *manual*, decorrente as contribuições dos professores, e com uma visão mais ampla da proposta, foi aplicado um último questionário (**ANEXO 4, p.152**) ao final das oficinas para avaliar a significância da utilidade do manual para a realização das atividades experimentais demonstrativas em salas de aula com relação ao conteúdo de termologia, e com isso, verificar se a hipótese resolve o problema científico contribuindo na formação docente.

Segundo a análise dos dados, os professores-participantes registraram um aproveitamento de 100% entre todas as contribuições citadas para a avaliação do manual. Uma reflexão sobre esse resultado nos leva a acreditar sobre a relevância e necessidade da proposta metodológica no ensino da Física em nosso contexto. Supostamente, outro aspecto que possa ter influenciado foi o fato do manual buscar satisfazer diretamente a realidade da prática docente, onde na sua (re)elaboração, foram consideradas e valorizadas as sugestões e críticas citadas pelos professores.

Entre as contribuições do manual afirmadas consensualmente pelos professores-participantes, estão: (1) ensinar termologia a partir do modelo cinético-molecular; (2) metodologia que favorece o acultramento científico no ensino-aprendizagem; (3) seleção, organização e estrutura dos conteúdos da termologia; (4) ciclos investigativos; (5) as demonstrações independentes de um laboratório didático de Física; (6) conhecimentos didático-metodológicos; (7) segurança em realizar demonstrações; (8) possibilidade em explorar outros conteúdos do currículo da Física; (9) possibilidade de uma abordagem interdisciplinar; (10) estabelecimento de funções e tarefas docentes.

TABELA 5 – Avaliação do Manual Quanto Suas Contribuições na Prática Docente no Ensino Demonstrativo, 2010.

Nº	Relação de Tópicos	Sim/Muito	Porcentagem (N=6)	Não/Pouco	Porcentagem (N=6)	Talvez	Porcentagem (N=6)
CONTRIBUIÇÕES DO MANUAL NA PRÁTICA DOCENTE QUANTO A UM ENSINO EXPERIMENTAL DEMONSTRATIVO							
1	Contribuição do manual na prática docente para o ensino da terminologia.	6	100%	0	0%	0	0%
2	Contribuição do manual na prática docente para o acultamento científico no ensino-aprendizagem	6	100%	0	0%	0	0%
3	Contribuição quanto à seleção, organização e estrutura dos conteúdos sugeridos para o ensino da terminologia	6	100%	0	0%	0	0%
4	Contribuição quanto à sugestão da proposta por ciclos investigativos	6	100%	0	0%	0	0%
5	Contribuição das demonstrações quanto a um ambiente escolar ausente de laboratório didático de Física	6	100%	0	0%	0	0%
6	Contribuição na formação docente quanto a conhecimentos didático-metodológicos	6	100%	0	0%	0	0%
7	Contribuição do manual quanto a realizar com segurança as demonstrações em salas de aula	6	100%	0	0%	0	0%
8	Contribuição da proposta metodológica em explorar outros conteúdos do currículo da Física	6	100%	0	0%	0	0%
9	Contribuição em uma abordagem interdisciplinar nas demonstrações	6	100%	0	0%	0	0%
10	Contribuição das funções e tarefas docentes estabelecidas na proposta	6	100%	0	0%	0	0%
	TOTAL	60	100%	0	0%	0	0%

Fonte: Braga, Marcel (2010).

– CAPÍTULO 3 –
O RESULTADO FINAL

3.1 O RESULTADO FINAL

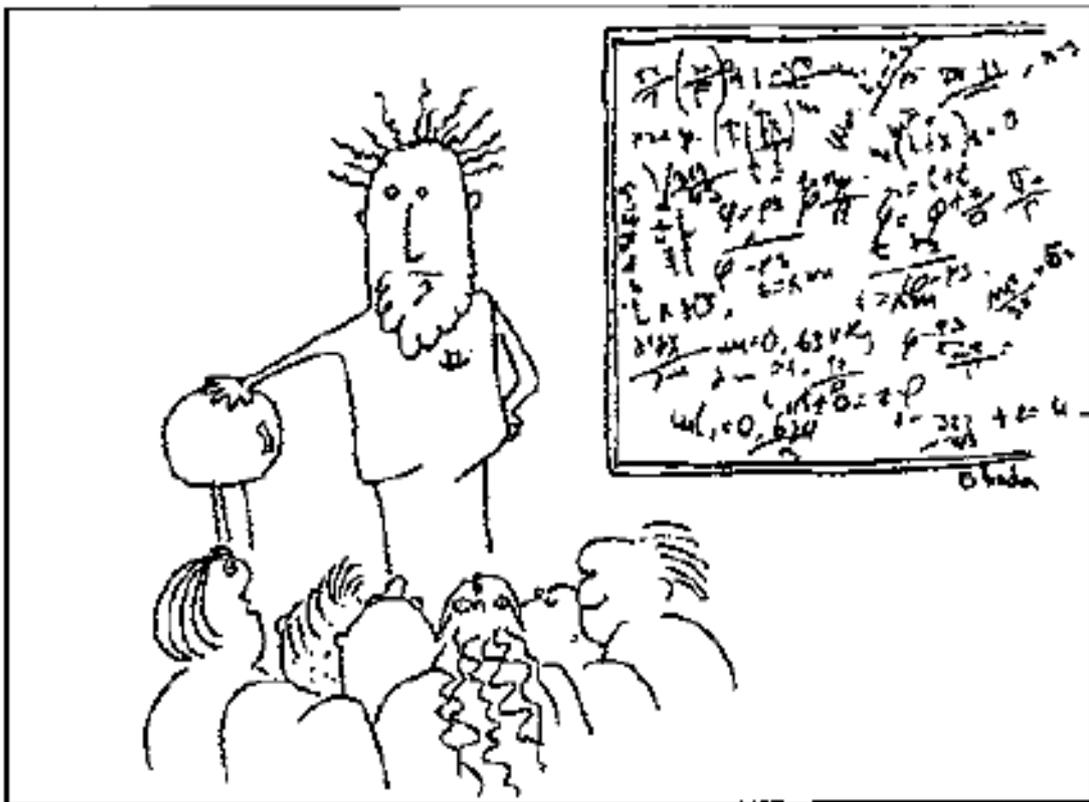
De um modo geral, as características resultantes do manual, entre as modificações realizadas, estão à(s): (1) eliminação massiva de informações textuais, que contribuiu para torná-lo mais prático, claro e imediato de ser compreendido; (2) abordagem esquemática e de quadros, facilitando a compreensão e a intenção pedagógica do que se deseja obter por etapas; (3) exposição de visão coerente de fazer ciência, e da importância de um ensino por investigação nas atividades experimentais; (4) viabilidade e fertilidade na abordagem; (5) organização e seqüência lógica dos conteúdos; (6) funções e tarefas docentes estabelecidas; e (7) escolha de materiais, mecanismos e tarefas significativas nas demonstrações investigativas.

Uma exposição de motivos favoráveis relacionados às demonstrações e a contribuição do manual estão que: (1) a demonstração como método experimental com o uso de materiais alternativos; (2) a demonstração como componente a contribuir na formação contínua dos docentes em Física; (3) a demonstração como método de um processo de investigação científica; (4) a demonstração como método de contextualizar historicamente e epistemologicamente a Física; (5) a demonstração como técnica associada à arte, história e cultura; (6) a demonstração como recurso instrucional para a utilização dos instrumentos em laboratório; (7) a demonstração como método de abordagem da Física do cotidiano; (8) a demonstração como método de exposição da relação CTSA; (9) a demonstração como conclusão da aula; (10) a demonstração como desafio do senso comum; (11) a demonstração como **facilitadora na aquisição de conceitos**; (12) a demonstração como introdução a um novo conteúdo (organizador prévio); (13) a demonstração como técnica mediadora da interação social e intercâmbio de idéias; (14) a demonstração como motivação para o ensino-aprendizagem; (15) a demonstração contribuindo no cumprimento do cronograma disciplinar.

3.2 O MANUAL METODOLÓGICO

Em seguida, encontra-se o manual metodológico, com orientações e detalhes relacionados às demonstrações investigativas. A elaboração dos materiais foi baseada analisando criteriosamente o conteúdo da terminologia, assim como a identificação dos conceitos térmicos mais estruturantes e fundamentais.

**MANUAL DE ORIENTAÇÕES METODOLÓGICAS DE
DEMONSTRAÇÕES INVESTIGATIVAS
NO ENSINO DA TERMOLOGIA:
CONTRIBUIÇÕES NA PRÁTICA DOCENTE**



– PROF. ESP. MARCEL BRUNO P. BRAGA –
MESTRANDO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO E ENSINO DE
CIÊNCIAS NA AMAZÔNIA.
– PROF^A. DRA. JOSEFINA BARRERA KALHIL –
ORIENTADORA.

MANAUS – AMAZONAS
2010

APRESENTAÇÃO

Como professor de física na rede pública de ensino do estado do Amazonas há 10 anos, e tendo passado pela coordenação dos laboratórios interdisciplinares da secretaria de estado de educação e qualidade de ensino (SEDUC-AM), me possibilita ter uma visão coerente da realidade prática docente do ensino experimental em nosso contexto, pois também tive contato com vários professores e assim pude perceber o pluralismo e diversidade existente na comparação de como se trabalha esse aspecto docente na capital e no interior.

Com isso, pode-se afirmar que existe uma necessidade no processo educativo de um ensino mais experimental com um “direcionamento teórico-metodológico” adequado, pois, realizar demonstrações ou experimentações em um laboratório não garante ao ensino atingir seus objetivos pedagógicos. O fato é que nem a observação ou manipulação de objetos são fundamentais e unicamente responsáveis em uma aprendizagem, mais sim, aspectos que tornem os alunos agentes construtores de seu próprio conhecimento.

A ineficiência em realizar atividades experimentais está em uma didática inapropriada que desconsidera a importância das concepções dos alunos no processo, onde os estímulos e a motivação apresentam-se desvinculados da aquisição de conceitos, pervertendo o ideal pedagógico do ensino. Além de uma orientação metodológica, os professores como agentes executores neste processo, devem refletir sobre suas ações e de sua visão de ciência, evitando comprometer a proposta e uma transmissão distorcida da ciência aos alunos.

A preocupação deste manual está em oferecer orientações didático-metodológicas favoráveis e necessárias para um ensino experimental demonstrativo de qualidade, ou seja, fáceis e simples de executar durante as aulas, mas rica em conhecimentos, e potencialmente eficaz no ensino-aprendizagem da física. A fundamentação está em uma estratégia baseada em um ensino por investigação, dessa forma pode-se denominá-las, *demonstrações experimentais investigativas (DEI's)*.

Apesar de haverem muitos problemas a serem enfrentados no ensino da física, por serem complexos e orgânicos, Carvalho *et al* (2006) citam que existem três grandes critérios teóricos estruturantes a serem enfrentados – o conteúdo, a metodologia e o papel dos professores. Este manual se concentra nesses critérios,

pois é evidente a necessidade de uma renovação epistemológica dos professores sendo acompanhada de uma renovação didático-metodológica de suas aulas (CACHAPUZ *et al*, 2005)

No manual metodológico, as demonstrações investigativas são mecanismos sugeridos de como introduzir o conteúdo da Termologia, buscando se relacionar aos conceitos mais relevantes disponíveis nas concepções dos alunos (subsunçores) com relação a essa temática. Dessa forma, é fundamental que o professor deva sempre realizar uma análise das concepções preexistentes, e assim direcionar na escolha de tarefas e materiais demonstrativos potencialmente significativos.

A escolha do *Modelo Cinético-Molecular* nas demonstrações iniciais é intencional, no sentido ilustrar ao abordar as hipóteses do comportamento das partículas, e assim facilitar a compreensão dos fenômenos térmicos mais específicos, ao fazer uma correlação entre os aspectos macroscópicos e microscópicos, como no caso da dilatação térmica (MOREIRA, 2000, p. 98).

A finalidade das *DEI's* é a aquisição de conceitos 'térmicos', onde segue a estruturar e se fundamentar para a compreensão das leis que regem o fenômeno. A sugestão é que seja feito através de ciclos investigativos, buscando maior autonomia dos alunos. Mas antes de investigar os fenômenos térmicos, deve-se garantir uma compreensão das 'propriedades físicas da matéria', pois se relacionam intrinsecamente com a concepção de temperatura, dessa forma, a investigação foca inicialmente esses aspectos para que posteriormente forneça subsídios teóricos mais consistentes e necessários na desmistificação dos fenômenos da termologia.

O manual como resultado de pesquisa científica e coletividade, pois foi (re)elaborado valorizando as contribuições, sugestões e críticas dos professores de física envolvidos.

O compromisso deste manual está em contribuir com uma proposta clara, objetiva e prática para os professores que atuam na disciplina de Física na rede pública do estado do Amazonas, porém, estando aberta para desdobramentos metodológicos de acordo como o objetivo docente.

Entre outras, almejamos uma melhoria na qualidade do ensino de Física em nosso Estado, e que a nossa parcela de contribuição possa ser significativa.

Seu comprometimento profissional é fundamental para o sucesso deste trabalho, contamos com vocês!

– SUMÁRIO –

01 – O QUE SÃO ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO ENSINO DA FÍSICA?.....	85
02 – QUAL O PAPEL DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NA CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO?.....	86
03 – O QUE SÃO DEMONSTRAÇÕES EXPERIMENTAIS SIGNIFICATIVAS POR INVESTIGAÇÃO?.....	87
04 – COMO TRABALHAR AS <i>DEI's</i> ?.....	88
05 – ESQUEMA ESTRATÉGICO DA METODOLOGIA EXPERIMENTAL DAS <i>DEI's</i>	91
06 – DEMONSTRAÇÕES EXPERIMENTAIS INVESTIGATIVAS: O MODELO CINÉTICO-MOLECULAR FACILITANDO A COMPREENSÃO DOS FENÔMENOS TÉRMICOS.....	95
1. CONJUNTO DE DEMONSTRAÇÕES DO MODELO CINÉTICO-MOLECULAR	96
1.1 O MOVIMENTO BROWNIANO.....	96
1.2 MOVIMENTO CAÓTICO DAS MOLÉCULAS DOS GASES.....	97
1.3 PRESSÃO NOS GASES.....	98
1.4 DIFUSÃO DE GASES.....	99
1.5 EXPANSÃO LIVRE.....	100
1.6 LIVRE PERCURSO MÉDIO.....	101
1.7 LEI DE BOYLE	102
2. CONJUNTO DE DEMONSTRAÇÕES INVESTIGANDO A NATUREZA DA MATÉRIA COM O AUXÍLIO DO MODELO CINÉTICO-MOLECULAR – AS PROPRIEDADES DA MATÉRIA ..	103
3. CONJUNTO DE DEMONSTRAÇÕES INVESTIGANDO A TERMOLOGIA COM O AUXÍLIO DO MODELO CINÉTICO-MOLECULAR – A DILATAÇÃO TÉRMICA	109
07 – OUTROS MATERIAIS DE APOIO ÀS DEMONSTRAÇÕES.....	119
1. AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA PARA DETECTAR AS CONCEPÇÕES DO ALUNO QUANTO AO: MODELO CINÉTICO- MOLECULAR	119
2. AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA PARA DETECTAR AS CONCEPÇÕES DO ALUNO QUANTO A: NATUREZA DA MATÉRIA	121
3. AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA PARA DETECTAR AS CONCEPÇÕES DO ALUNO QUANTO A: DILATAÇÃO TÉRMICA	125
4. FILMES.....	128
5. SOFTWARES.....	128
08 – REFERÊNCIAS.....	129

01 – O QUE SÃO ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO ENSINO DA FÍSICA?

O ensino da Física se distingue em teórico e experimental. Um modelo demasiadamente teórico e mecânico, com raros momentos experimentais é uma das características de modelo de ensino fadado ao fracasso, diante disso, ressaltam a necessidade de um ensino com mais *atividades experimentais*.

A Física experimental lida com a observação e análise fenomenológica, e de acordo com os objetivos da estratégia de ensino, o professor em sua prática experimental pode diferenciar-se conforme a intenção das habilidades escolhidas a serem desenvolvidas. Assim, dentre essas peculiaridades, as atividades experimentais, elas podem ser classificadas como: *Experimentação ou Experiências de Laboratório; Demonstração em Sala de Aula e Estudos do Meio* (MEC, 2006). Nicot (2001) acrescenta ainda como atividade experimental a modalidade de ‘*Problemas Experimentais*’ em uma situação de investigação dentro do laboratório experimental.

A **Experimentação** ou experiências de laboratório no ensino da Física é a modalidade de atividades experimentais no ensino da Física mais enfatizada e mais bem elaborada entre os pesquisadores, considerada *a priori* como técnica de ensino e realizada exclusivamente pelos alunos.

Quanto aos **Estudos do Meio**, é considerada uma variante do *estudo de caso*, se caracteriza por ser uma *técnica para pesquisa qualitativa* (TOSI, 2003) mediada pelo professor. No ensino de ciências naturais se refere à educação em espaços não-formais, na intencionalidade de observação *in loco* dos fenômenos naturais ou processos físicos envolvidos, como visitas às indústrias, usinas geradoras de energia, estações de tratamento de água (PCN+, p.147 e p.148). A principal característica dessa modalidade é o fato da obrigatoriedade de ser realizada em um ambiente não escolar, sendo extra-classe, porém não extra-curricular.

De acordo com Veiga (2003), as **Demonstrações** são consideradas categoricamente como técnicas de ensino exclusivamente *realizadas pelos professores*, no entanto pode-se elevar essa categoria para método de ensino ou refinar e moldar como uma estratégia metodológica pedagógica, quando passa a se referir como atividade primordial na condição de trabalho escolar, utilizando um conjunto maior de recursos materiais e instrucionais e atendendo a objetivos

definidos sobre a relação entre escola e vida. Veiga (*opus cit*) situa o professor como o responsável pela escolha da forma de condução no ensino da Física, e que na verdade sua tomada de decisão esta relativamente ligada à organização e execução do processo de ensino, vinculadas às finalidades sócio-políticas da educação.

De um modo geral, pode-se distinguir a experimentação da demonstração de forma simples: o *experimento* é quando a pessoa que realiza a experiência desconhece as causas e/ou efeitos fenomenológicos, com isso torna-se igual ao público, ou seja, o apresentador está em um mesmo nível investigativo de apreciação que o observador; no entanto, a *demonstração* é realizada por uma pessoa que já *realizou anteriormente a experiência*, já conhece suas causas e seus efeitos, sabe fundamentar teoricamente e metodologicamente, tem habilidade na construção e manuseio dos instrumentos, tem em mente a intenção da finalidade da exposição, por isso considera-se essa atividade como performance-padrão.

02 – QUAL O PAPEL DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NA CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO?

Utilizar experimentos como ponto de partida, para desenvolver a compreensão de conceitos, é uma forma de levar o aluno a participar de seu processo de aprendizagem, sair de uma postura passiva e começar a perceber e a agir sobre o seu objeto de estudo, relacionando o objeto com acontecimentos e buscando as causas dessa relação, procurando, portanto, uma explicação causal para o resultado de suas ações e/ou interações.

Para Carvalho *et al* (1995) “As atividades ocupam um papel fundamental num ensino que tem por objetivo proporcionar condições ao aluno para que ele construa seu conhecimento”. Para isso, a atividade deve estar acompanhada de situações problematizadoras, questionadoras e de diálogo, envolvendo, portanto, a resolução de problemas e levando à introdução de conceitos.

A resolução de problemas que leva a uma investigação deve estar fundamentada na **ação do aluno**, e este é um dos papeis das atividades experimentais. Uma implicação imediata da teoria de Piaget, para o ensino, “é a de que ele deve ser acompanhado de ações e demonstrações e, sempre que possível, deve dar aos alunos a oportunidade de agir (trabalho prático)” Moreira (1983). Ausubel *et al* (1980) afirmam que a solução de problemas envolve um grande número de habilidades, portanto, é um instrumento importante para o

desenvolvimento de habilidades e capacidades, como o poder de raciocínio, flexibilidade, improvisação, sensibilidade ao problema e astúcia tática para compreender os princípios subjacentes, até mesmo, habilidades de argumentação e ação.

Na atividade experimental, o processo investigativo deve ser fundamentado, ou seja, é importante que uma atividade de investigação faça sentido para o aluno, de modo que ele saiba o porquê de estar investigando o fenômeno que a ele é apresentado. Para isto, é fundamental, neste tipo de atividade, que o professor apresente um problema sobre o que está sendo estudado.

O *processo de construção* do conhecimento ou ainda *processo* de aprendizagem que envolva fatos e procedimentos, remete a idéia de que o processo é tão importante como o produto (aprendizagem de conceitos), ou seja, pode-se afirmar que a aprendizagem de procedimentos e atitudes é tão importante quanto à aprendizagem de conceitos e/ou conteúdos. O fato é que somente há aprendizagem de conteúdos e desenvolvimento se houver a ação do estudante, durante a resolução de um problema.

03 – O QUE SÃO DEMONSTRAÇÕES EXPERIMENTAIS INVESTIGATIVAS?

Tosi (2003) cita a exposição demonstrativa como uma nuance da técnica de aula expositiva, ou seja, a *demonstração* é uma técnica. Demonstração *didática* é técnica de ensino por se aplicar em um ambiente de ensino-aprendizagem, onde quem demonstra tem a intenção provar algo, de convencê-lo de alguma coisa, deseja que o outro aprenda. A demonstração didática é *experimental* quando se tenta comprovar através experiências reais e concretas, e possui a finalidade de aquisição significativa de conceitos dentro dos aspectos de um ensino por investigação, pode ser denominada como ***Demonstração Experimental Investigativa (DEI)***.

As demonstrações devem ter o compromisso de levar princípios abstratos e coloca-os em ações concretas, de forma mais crível e mais FÁCIL DE COMPREENDER AOS ALUNOS (HAO citado por HILTON, 1996).

► Dessa forma as demonstrações experimentais podem ser classificadas quanto ao **recurso mediador na aprendizagem** em: *Demonstrações Reais e Concretas*; e, *Virtuais e Simuladas*. No caso, a proposta se caracteriza pela demonstração real e concreta.

As **demonstrações reais e concretas** caracterizam pela utilização de *modelos físicos* como recurso didático e objeto de investigação no processo de ensino-aprendizagem, ou seja, objetos físicos sendo manipulados e mediados pelo professor na intencionalidade de facilitar a compreensão do conhecimento científico aproximando-os dos modelos científicos consensuais, buscando re-codificar com máxima eficácia todos os elementos do modelo consensual, evitando reducionismos extremos, e abordar de forma crítica as limitações (MILAGRE & JUSTI, 2001).

▶ Na elaboração das demonstrações busca-se utilizar **materiais alternativos simples e de baixo custo**.

▶ Quanto ao **ambiente de ensino**, são *atividades de demonstração voltadas para a sala de aula*

▶ A **forma de procedimento** no ensino deve ser *aberta*, ou seja, com a participação e interação dos alunos, na categoria de *investigação científica*

As *DEI's* é um modelo de ensino experimental da Física que manipula *objetos físicos* reais, elaborados com materiais alternativos, com abordagem aberta, de caráter interacionista e transformista, com método dialético e analógico na abordagem, possibilitando observações fenomenológicas diretas e indiretas, direcionado a aplicações em espaços formais de ensino, com características de uma estratégia de investigação científica, valorizando e sendo direcionado pelas concepções prévias dos alunos, e possuindo a finalidade de aquisição e retenção significativas de conceitos.

04 – COMO TRABALHAR AS DEI's?

Nicot (2001, p. 26) apresenta alguns requisitos fundamentais levantados de como se deve trabalhar com demonstrações: (1) os estudantes devem estar preparados para a percepção do experimento; (2) a instalação da demonstração deve ser simples, de acordo com as possibilidades, se necessário utilizar instrumentos conhecidos pelos estudantes; (3) o experimento deve ser visto claramente por todos os alunos da aula; (4) o ritmo da demonstração deve corresponder com o ritmo da exposição oral e da velocidade de percepção dos estudantes; (5) o experimento de demonstração deve ser convincente e a instalação para sua realização segura.

Visando estruturar a forma de abordagem, torna-se útil a estratégia '*Prediga-Observe-Explique*' (POE) citada por Caldeira (2008), onde a abordagem é

direcionada para a modalidade de demonstração investigativa, onde destaca a participação dos alunos em quatro momentos decisivos: na **problematização**, na **previsão**, na **descrição** e na **discussão**, caso contrário é reduzida a uma atividade do tipo observação passiva, com direcionamento demonstrativo ilustrativo e descritivo.

É necessário inicialmente entender sobre o que é de fato um *problema*, pois difere de meros exercícios que mascaram sua real característica. O problema deve ser algo que não tenha uma solução imediata, pois no momento em que há uma solução, este deixa de ser um problema. A solução deve ser resultado de um processo investigativo pelos alunos, sendo confrontado com a concepção científica ao fim de cada ciclo investigativo.

Metodologicamente foram estabelecidas cinco funções docentes (planejador, instigador, mediador, experimental e justificador) e sugestões de tarefas.

ANTES DA ATIVIDADE

PLANEJE!
(DOCENTE PLANEJADOR)

1. **PREPARAÇÃO DO EXPERIMENTO** – ESCOLHER OS MATERIAIS; CONSTRUIR; EXPERIMENTAR PREVIAMENTE; ANALISAR AS DIFICULDADES DE REALIZAR A DEMONSTRAÇÃO; IDENTIFICAR OS PRINCIPAIS CONCEITOS ENVOLVIDOS; POSSIBILIDADE DE ASSOCIAR AO MCM;
2. **ANÁLISE DO CONTEÚDO** – ELABORAÇÃO DAS PERGUNTAS ESPECULATIVAS INICIAIS E DO PROBLEMA ABERTO DIRECIONADO; IDENTIFICAR A FINALIDADE DE ENSINAR O CONTEÚDO; CORRELACIONAR COM SITUAÇÕES DO COTIDIANO; ORGANIZAR A SEQÜÊNCIA HIERÁRQUICA DOS CONCEITOS; IDENTIFICAR PREVIAMENTE OS SUBSUNÇORES RELEVANTES E DISPONÍVEIS COM RELAÇÃO AO CONTEÚDO.
3. **ELABORAÇÃO E PERSPECTIVAS DA ESTRATÉGIA METODOLÓGICA** – ESCOLHER AS TÉCNICAS MAIS ADEQUADAS A SER INCORPORADO NA ATIVIDADE DE INVESTIGAÇÃO DE ACORDO COM O CONTEÚDO, SUGERIR TAREFAS LÓGICAS E COERENTES COM O QUE SE ENSINA BUSCAR.

INICIANDO A INVESTIGAÇÃO

PROBLEMATIZE!
(DOCENTE INSTIGADOR)

1. **ESTRUTURAR A TEMÁTICA DENTRO DOS RAMOS DA CIÊNCIA E ASPECTOS GERAIS DO CURRÍCULO DISCIPLINAR;**
2. **APRESENTAR O OBJETO DE INVESTIGAÇÃO DENTRO DA TEMÁTICA, OS PRINCIPAIS PROBLEMAS E CONCEITOS-CHAVES ENVOLVIDOS, ASSIM COMO A FINALIDADE DO ENSINO;**
3. **MOTIVAR NA ABORDAGEM INICIAL: DRAMATIZAÇÃO E HISTORICIDADE (CONTEXTUALIZAÇÃO);**
4. **EXPOR UMA VISÃO ATUAL E NÃO DISTORCIDA DA CIÊNCIA;**
5. **EXEMPLIFICAR SITUAÇÕES ANÁLOGAS DO COTIDIANO;**
6. **EXPOR UM CONJUNTO DE PERGUNTAS ESPECULATIVAS INICIAIS DE TEORIZAÇÃO;**
7. **FORMULAR AS PERGUNTAS ESPECULATIVAS INICIAIS DE TEORIZAÇÃO;**
8. **APRESENTAR UM PROBLEMA ABERTO INSTIGADOR;**

DISCUTA!
(Docente Mediador)

1. REUNIR EM GRUPOS HETEROGÊNEOS DE ALUNOS (SEMELHANTE A GRUPOS DE CIENTISTAS);
2. ORIENTAR QUE O GRUPO DEVE REGISTRAR TODOS OS COMENTÁRIOS INDIVIDUAIS, PROCEDIMENTOS E FENÔMENOS OBSERVADOS VISANDO UMA ANÁLISE POSTERIOR;
3. APLICAR UM TESTE AVALIATIVO VISANDO DIAGNOSTICAR AS CONCEPÇÕES DOS ALUNOS, EXPLORANDO A DESCRIÇÃO DE DESENHOS E REPRESENTAÇÕES ESQUEMÁTICAS (SUGERE-SE FAZER NA AULA ANTERIOR);
4. SOLICITAR A EXPOSIÇÃO DAS PREVISÕES DOS ALUNOS JUNTAMENTE DAS HIPÓTESES INDIVIDUAIS E COLETIVAS LEVANTADAS (CONCEPÇÕES ESPONTÂNEAS);
5. MEDIAR ÀS DISCUSSÕES EM SALA DE AULA ENTRE OS GRUPOS;
6. FAVORECER O ESCLARECIMENTO E INTERCÂMBIO DE IDÉIAS COM EXPOSIÇÃO DE UM PAINEL DE AULA, COM A CATEGORIZAÇÃO CONCEITUAL DE CADA GRUPO (A CONCEPÇÃO CIENTÍFICA NÃO DEVE SER APRESENTADA NESSE MOMENTO);
7. CONFRONTAR E QUESTIONAR ENTRE OS ALUNOS, E ENTRE PROFESSOR-ALUNO, AS CONCEPÇÕES LEVANTADAS;
8. DIRECIONAR A ARGUMENTAÇÃO E DISCUSSÃO PARA A SOLUÇÃO DO PROBLEMA PELOS ALUNOS;
9. ANÁLISE E SELEÇÃO DE IDÉIAS A SEREM DISCUTIDAS AMPLAMENTE (HIPÓTESES EM COMUM ENTRE OS GRUPOS).

DEMONSTRE!
(DOCENTE EXPERIMENTAL)

1. DEMONSTRAR COM DOMÍNIO DE MANIPULAÇÃO E CONTEÚDO (PERFORMANCE-PADRÃO);
2. GERIR O TEMPO DA EXPOSIÇÃO;
3. FAZER OS ALUNOS VERIFICAREM/ANALISAREM AS PREVISÕES;
4. QUESTIONAR COM RELAÇÃO ÀS PREVISÕES;
5. IDENTIFICAR OS PRINCIPAIS OBSTÁCULOS ENCONTRADOS PELOS ALUNOS, TANTO NA ANÁLISE E REGISTRO DE DADOS, QUANTO NA LIMITAÇÃO DE SEU CONHECIMENTO DISPONÍVEL;
6. SELECIONAR OS PRINCIPAIS CONCEITOS ENVOLVIDOS;
7. PROMOVER INTERCÂMBIO DE IDÉIAS ENTRE OS ALUNOS DE MESMO GRUPO E ENTRE OS GRUPOS;
8. REGISTRAR NOVAS POSSIBILIDADES DE REALIZAR A DEI;
9. REGISTRAR OS NOVOS PROBLEMAS A SEREM INVESTIGADOS CITADOS PELOS ALUNOS;
10. APRESENTAR O PAINEL DA AULA (PAINEL DE CADA GRUPO) COM RELAÇÃO À VERIFICAÇÃO DE SUA(S) HIPÓTESE(S).

**FINALIZANDO O 1º
CICLO INVESTIGATIVO**

EXPLIQUE!
(DOCENTE JUSTIFICADOR)

1. SOLICITAR A EXPLICAÇÃO INDIVIDUAL SOBRE CADA HIPÓTESE VERIFICADA, SENDO ELA EVIDENCIADA OU NÃO;
2. PROMOVER UMA DISCUSSÃO INTERNA NOS GRUPOS DE TUDO O QUE FOI RELATADO INDIVIDUALMENTE, BUSCANDO UMA SOLUÇÃO CONSENSUAL PARA O PROBLEMA PROPOSTO;
3. INCITAR UMA DISCUSSÃO ENTRE OS GRUPOS VISANDO UMA SOLUÇÃO CONSENSUAL DA CLASSE SOBRE O PROBLEMA;
4. APRESENTAR A ESTRUTURA DE IDÉIAS DOS ALUNOS (GRUPOS DE ALUNOS) ATRAVÉS DE UM 'PAINEL DE AULA';
5. DISCUTIR SOBRE AS SOLUÇÕES ENCONTRADAS COM A ARGUMENTAÇÃO DOS ALUNOS E SUAS JUSTIFICATIVAS, VALORIZANDO AS CONCEPÇÕES GERADAS;
6. APRESENTAR A CONCEPÇÃO DA CIÊNCIA EM UM PAINEL SENDO SUSTENTADO EM MODELOS EXPLICATIVOS LÓGICOS;
7. REFAZER A DEMONSTRAÇÃO INVESTIGATIVA, E SE NECESSÁRIO, APRESENTAR OUTRAS DEMONSTRAÇÕES COMPLEMENTARES DE CARÁTER VERIFICATIVO E ILUSTRATIVO PARA A TEORIZAÇÃO, SENDO ESTES MODELOS FÍSICOS SIMPLES E ANALÓGICOS;
8. JUSTIFICAR UTILIZANDO O MODELO CINÉTICO-MOLECULAR;
9. PROMOVER UM CONFLITO COGNITIVO AO CONFRONTAR A CONCEPÇÃO DA CIÊNCIA COM A CONCEPÇÃO DOS ALUNOS;
10. PROMOVER UMA REESTRUTURAÇÃO DE IDÉIAS;
11. DESTACAR O PAPEL DAS PRINCIPAIS GRANDEZAS ENVOLVIDAS E SOLICITAR (VERBALMENTE OU POR ESCRITO) SUA CONCEITUAÇÃO;
12. SOLICITAR A SOLUÇÃO PARA UM NOVO PROBLEMA (PROBLEMA ABERTO INVESTIGADOR), DESSA FORMA VERIFICA-SE A EXISTÊNCIA DE UMA MUDANÇA CONCEITUAL EM UM NOVO CICLO INVESTIGATIVO;
13. MUDAR SUTILMENTE A DEMONSTRAÇÃO E VERIFICAR HABILIDADES MENTAIS NA RESOLUÇÃO DE UM NOVO PROBLEMA (DE PREFERÊNCIA QUE TENHA SIDO ELABORADO PELOS ALUNOS);
14. VERIFICAR SE HOUVE APRENDIZAGEM NA MONTAGEM E MANIPULAÇÃO DA EXPERIÊNCIA, SOLICITANDO QUE O GRUPO REFAÇA A DEMONSTRAÇÃO SEGUINDO TODOS OS PROCESSOS, E ASSIM VERIFICAR AS DIFERENÇAS NO PROCESSO (DEVEM RELATAR TUDO E INCLUIR NO RELATÓRIO)
15. SOLICITAR A ENTREGA DE RELATÓRIO (DO GRUPO) SOBRE A DEI APRESENTADA E DISCUTIDA NA AULA SEGUINTE.
16. SUGERIR UMA PESQUISA DIRIGIDA SOBRE A TEMÁTICA E LEITURA DE TEXTO.

05 – ESQUEMA ESTRATÉGICO DA METODOLOGIA EXPERIMENTAL DAS DEI'S

Para que uma estratégia seja compreendida com mais facilidade, é importante uma visão ampla dos fatores que a constituem: dos recursos, das técnicas, das tarefas a serem realizadas, de uma seqüência lógica, da organização, e etc.

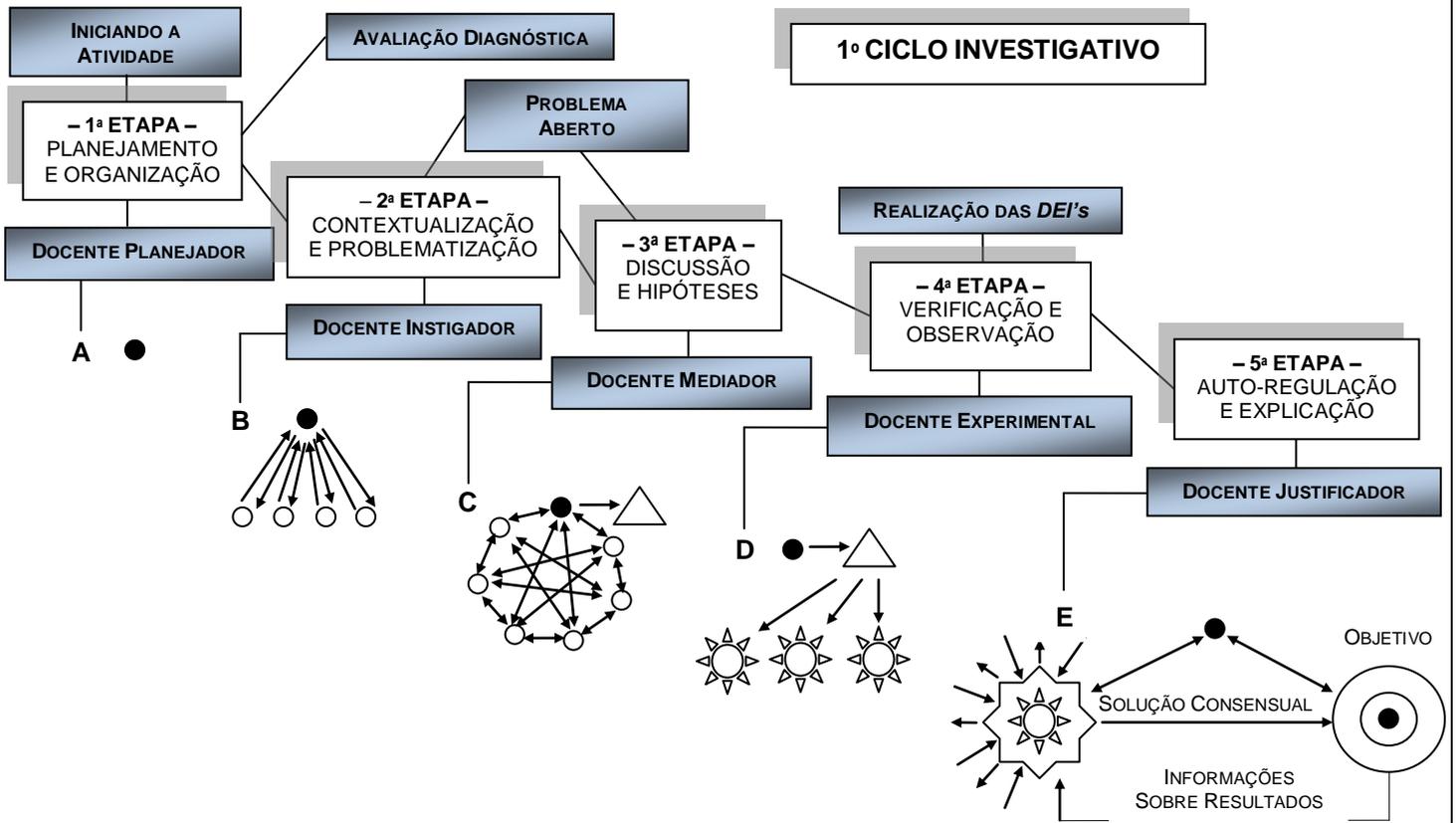
A preocupação com esse aspecto levou a elaboração esquemática de como abordar as todas as etapas do processo metodológico em uma única página, utilizando símbolos icônicos que buscam representar a intenção docente em cada etapa. Mas para que seja compreendido de forma imediata, foi criado uma legenda representando cada símbolo, onde de maneira resumida esta a sua principal finalidade, ou idéia sobre a ação docente que deve ser estabelecida.

Apesar de serem citadas as funções docentes em etapas diferentes, deve ser considerado que algumas de suas características permanecem durante todo o processo, pois está apresentado dessa forma para que seja mais crível e de melhor compreensão.

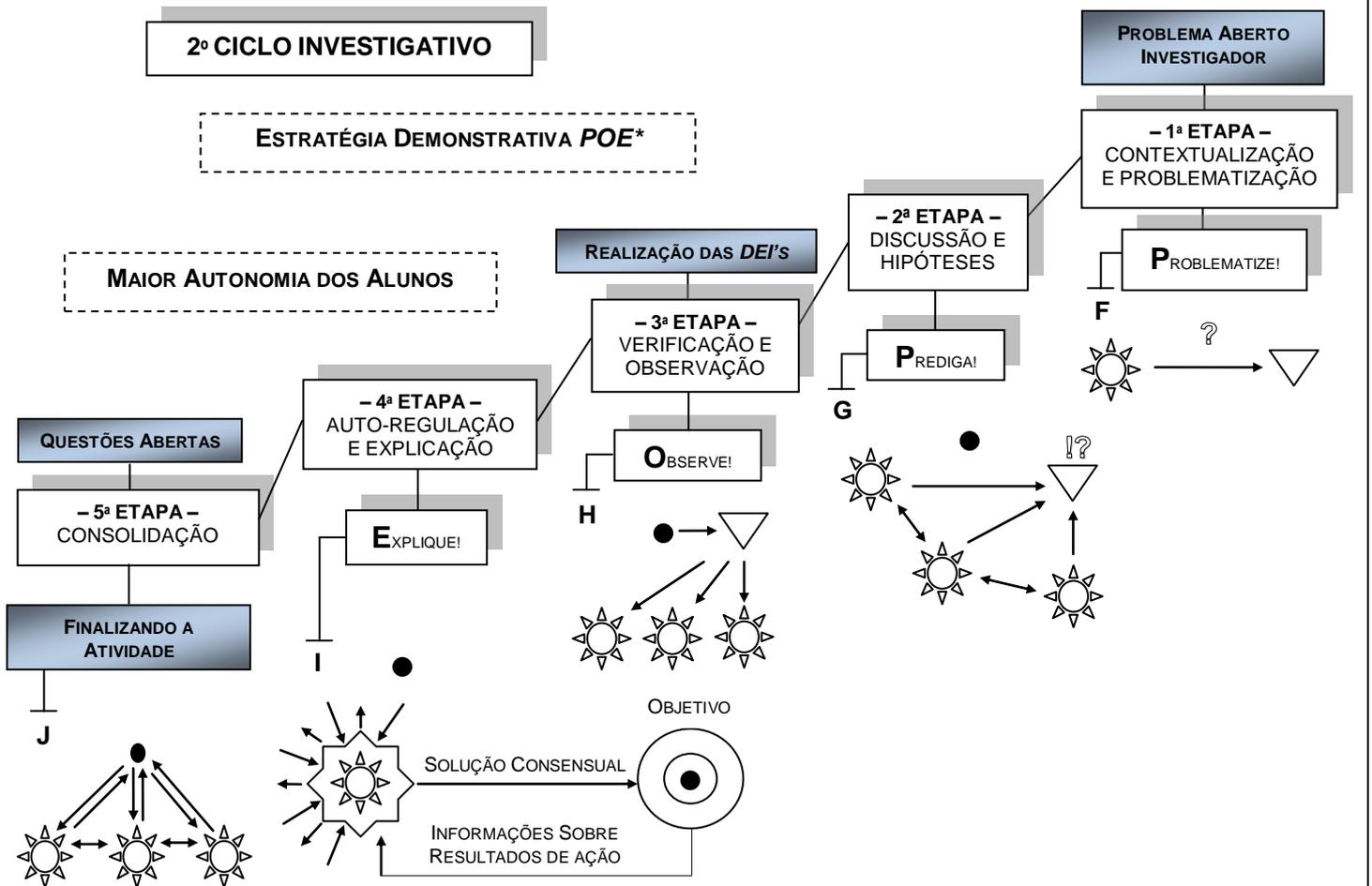
Um aspecto relevante a ser considerado, é a importância de uma análise diagnóstica prévia, podendo ser realizada através de vários mecanismos, onde sugere-se utilizar uma avaliação diagnóstica logicamente significativa, buscando identificar as concepções dos alunos. A importância é fato de que o professor detentor dos *subsunçores* (idéias ou conceitos relevantes para o ensino de determinado conteúdo) dos alunos, possibilita direcionar de forma potencialmente significativa o ensino ao escolher os materiais (demonstrações) que de fato possa relacionar com essas idéias preexistentes no aluno, facilitando assim, uma aprendizagem significativa de conceitos mais inclusivos.

Observe o esquema abaixo.

ESQUEMA ESTRATÉGICO DA PROPOSTA DE DEI's POR CICLO INVESTIGATIVO



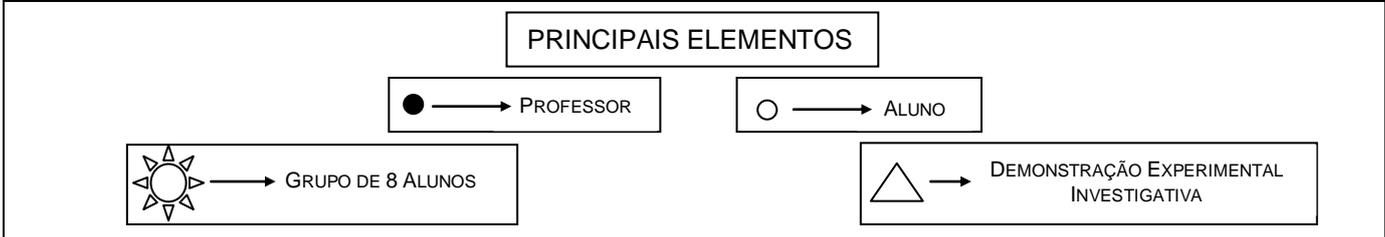
2º CICLO INVESTIGATIVO



LEGENDA DOS ELEMENTOS NO 1º CICLO INVESTIGATIVO

PAPEL DO PROFESSOR NA ESTRATÉGIA DE DEI's

- DOCENTE PLANEJADOR** : PLANEJAR, REFLETIR, ANALISAR, EXPERIMENTAR, E VERIFICAR TODAS SUAS AÇÕES DOCENTES PARA ATINGIR SEUS OBJETIVOS, ASSIM COMO TENTAR PREVER E ESPERAR POSSÍVEIS REAÇÕES DOS ALUNOS.
- DOCENTE INSTIGADOR** : INCITAR COM PERGUNTAS ESPECULATIVAS; APRESENTAR UM PROBLEMA ABERTO; FAZÊ-LOS DESPERTAR O INTERESSE PELO CONTEÚDO E REVELAR SEU CONHECIMENTO SOBRE O ASSUNTO; CONTEXTUALIZAR A HISTÓRIA DA CIÊNCIA.
- DOCENTE MEDIADOR** : MEDIAR DISCUSSÕES ENTRE OS ALUNOS, FAVORECENDO ARGUMENTAÇÃO E O INTERCÂMBIO DE IDÉIAS, FAZENDO-OS FORMULAR HIPÓTESES; SER NEUTRO, DISCRETO E IMPARCIAL, DIRECIONANDO A SOLUÇÃO DO PROBLEMA.
- DOCENTE EXPERIMENTAL** : DEMONSTRAR, VERIFICAR E TESTAR AS HIPÓTESES, MEDIANDO, CRITICANDO E QUESTIONANDO AS PREVISÕES DOS ALUNOS, REFLETIR SOBRE AS CONCEPÇÕES LEVANTADAS; IDENTIFICAR OS CONCEITOS ENVOLVIDOS.
- DOCENTE JUSTIFICADOR** : JUSTIFICAR A CONCEPÇÃO CIENTÍFICA; ARGUMENTAR ATRAVÉS DE EVIDÊNCIAS FENOMENOLÓGICAS; PROMOVER CONFLITO COGNITIVO; MEDIAR DISCUSSÕES; DEMONSTRAR/CONVENCER/VERIFICAR PRINCÍPIOS E CONCEITOS.



PROCESSO DE ENSINO →

PLANEJE!

A ● ► **PROFESSOR** EM PLANEJAMENTO, ANTES DA AULA. NESSA ETAPA É FUNDAMENTAL REALIZAR UMA ANÁLISE DIAGNÓSTICA DAS CONCEPÇÕES DOS ALUNOS; ESCOLHER, PREPARAR E EXPERIMENTAR A DEMONSTRAÇÃO; ANALISAR O CONTEÚDO; E ELABORAR PERSPECTIVAS METODOLÓGICAS

INSTIGUE!

B ► **COMUNICAÇÃO** BILATERAL DO PROFESSOR COM OS ALUNOS, ONDE O **PROFESSOR** APRESENTA UM *PROBLEMA ABERTO INSTIGADOR*, NO ENTANTO, ESSA ATITUDE NÃO É RÍGIDA PARA ESSA ETAPA, PODENDO SER FEITA NA ETAPA SEGUINTE, PORÉM DEVE ANTECEDER A REALIZAÇÃO DA DEMONSTRAÇÃO.

MEDIE!

C ► **COMUNICAÇÃO** MULTILATERAL ENTRE OS ALUNOS E O **PROFESSOR**, ONDE O PROFESSOR APRESENTA E COMENTA SOBRE A DEMONSTRAÇÃO; SUGERE A FORMAÇÃO DE GRUPOS E SOLICITA UM RELATO DE TUDO O QUE FOR OBSERVADO, OUVIDO E SENTIDO DURANTE A REALIZAÇÃO; OS ALUNOS REALIZAM UM INTERCÂMBIO DE IDÉIAS, FAZEM PREVISÕES SOBRE A DEMONSTRAÇÃO A SER REALIZADA.

DEMONSTRE!

D ► **REALIZAÇÃO** DA *DEMONSTRAÇÃO EXPERIMENTAL SIGNIFICATIVA POR INVESTIGAÇÃO*, SENDO MEDIADA PELO **PROFESSOR** COM OS ALUNOS (OU GRUPOS DE ALUNOS); INSTIGANDO-OS A INVESTIGAR AS PRINCIPAIS CAUSAS; VERIFICANDO AS HIPÓTESES E FAZENDO-OS EXPLICAR SOBRE A AFIRMAÇÃO OU REFUTAÇÃO DE SUAS PREVISÕES.

JUSTIFIQUE!

E ► **DINÂMICA** EXTERNA E INTERNA (CONDIÇÃO ENDÓGENA) DOS GRUPOS DE ALUNOS NA BUSCA INCESSANTE PELA SOLUÇÃO DO PROBLEMA, PODENDO SOLICITAR A REPETIÇÃO DA DEMONSTRAÇÃO (**ESTRATÉGIA DE AÇÃO**), ONDE EM SEGUIDA O **PROFESSOR** APRESENTA A CONCEPÇÃO CIENTÍFICA E PROPÕE (MÉDIA) QUESTIONAMENTOS DIRECIONADORES PARA A SOLUÇÃO DO PROBLEMA (**OBJETIVO**). COMO PROCESSO METACOGNITIVO DE AUTO-REGULAÇÃO CONCEITUAL, É REVISTO E ANALISADO TODOS OS PROCESSOS DE FORMA RECURSIVA (**INFORMAÇÕES SOBRE RESULTADOS**).

LEGENDA DOS ELEMENTOS NO 2º CICLO INVESTIGATIVO

NESSA CICLO INVESTIGATIVO, O PROFESSOR DEVE DAR AOS ALUNOS MAIOR AUTONOMIA, FAZENDO COM QUE ELES **PROBLEMATIZEM** UMA SITUAÇÃO, FAÇAM **PREVISÕES**, **DESCREVAM** O FENÔMENO E REALIZEM **DISCUSSÕES** ENTRE SI, E ASSIM, SE CARACTERIZE UM ENSINO DE POR INVESTIGAÇÃO.

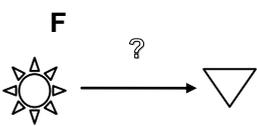


▶ OS ALUNOS SOLICITAM (SUPOSTAMENTE) QUE SE REALIZE A DEMONSTRAÇÃO DE FORMA DIFERENTE, CASO NÃO ACONTEÇA, DEVEM SER INCITADOS A FAZEREM ISSO. PODE SER TAMBÉM CONSIDERADA A MESMA DEMONSTRAÇÃO, PORÉM IDENTIFICANDO E ANALISANDO UM NOVO PROBLEMA NO PROCESSO.

MAIOR AUTONOMIA DOS ALUNOS

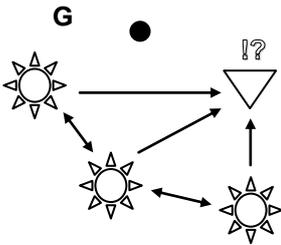
ESTRATÉGIA DEMONSTRATIVA POE*

PROCESSO DE APRENDIZAGEM



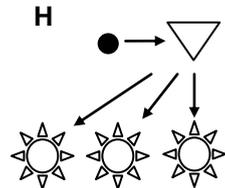
PROBLEMATIZE!

▶ OS ALUNOS FICAM CURIOSOS COM UMA MUDANÇA NA DEMONSTRAÇÃO, COM ISSO ELES FORMULAM UM *PROBLEMA ABERTO INVESTIGADOR*. NESTA ETAPA O **PROFESSOR** É MAIS PASSIVO, PORÉM CONTINUA INSTIGANDO A IMAGINAÇÃO DOS ALUNOS.



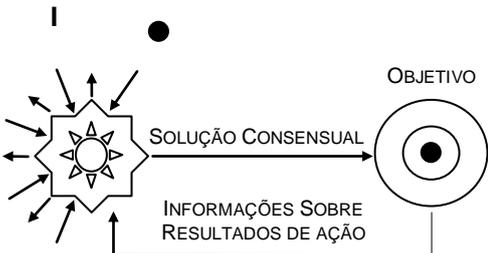
PREDIGA

▶ OS ALUNOS PREVÊEM A SOLUÇÃO DO PROBLEMA COM UMA RESPOSTA ANTECIPADA, OU SEJA, AFIRMAM HIPÓTESES BASEADAS EM SEU CONHECIMENTO DISPONÍVEL, SENDO ESTE AGORA MAIS FUNDAMENTADO. O **PROFESSOR** DEVE SER UM QUESTIONADOR E PROVOCADOR NESSE PROCESSO, INCITANDO A FORMA ANALÍTICA, DIALÉTICA E RETÓRICA NAS ARGUMENTAÇÕES E PREVISÕES DOS ALUNOS. CADA GRUPO DEVE DISCUTIR ENTRE SI SOBRE AS PREVISÕES GERADAS.



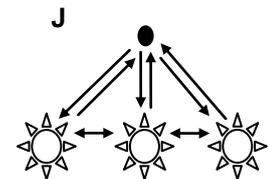
OBSERVE!

▶ O **PROFESSOR** REALIZA A DEMONSTRAÇÃO AOS ALUNOS ONDE NA QUAL ELES OBSERVAM, REGISTRAM E VERIFICAM SUAS PREVISÕES. OS ALUNOS PODEM INTERFERIR NA DEMONSTRAÇÃO SOLICITANDO MODIFICAÇÕES PROCEDIMENTAIS E USO DOS MEIOS UTILIZADOS.



EXPLIQUE!

▶ IDÊNTICO A ETAPA NO 1º CICLO, ONDE A DINÂMICA EXTERNA E INTERNA ENTRE OS ALUNOS, VISA SOLUCIONAR O(S) PROBLEMA(S) ABERTO(S) INVESTIGADOR (ES), POIS CADA GRUPO PODE FORMULAR SEUS PRÓPRIOS PROBLEMAS. O **PROFESSOR** FICA MAIS PASSIVO NESSE PROCESSO, APENAS MEDIANDO À DISCUSSÃO, PORÉM, INSTIGANDO A QUE SE CHEGUE EM SOLUÇÕES CONSENSUAIS NO GRUPO DE ALUNOS-INVESTIGADORES.

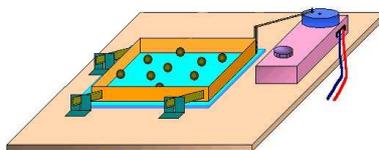


SOLUCIONE!

▶ PROCESSO RECURSIVO ONDE O **PROFESSOR** PRETENDE REFAZER AS PERGUNTAS INICIAIS, ANALISAR TODOS OS REGISTROS, VERIFICAR SE AINDA HÁ DÚVIDAS CONCEITUAIS E DISCUTIR COLETIVAMENTE E PROPOR UMA QUESTÃO ABERTA NA INTENÇÃO DE DESAFIAR OU INTERLIGAR COM O PRÓXIMO CONTEÚDO. REALIZA-SE UM INTERCÂMBIO ENTRE AS SOLUÇÕES CONSENSUAIS DE CADA EQUIPE, BUSCANDO UMA SOLUÇÃO DA CLASSE, PARA ASSIM SER CONFRONTADA DO A CONCEPÇÃO DA CIÊNCIA. POR FIM, DEVE-SE CONSOLIDAR A CONCEPÇÃO DA CIÊNCIA PARA A SOLUÇÃO DO PROBLEMA, PORÉM O PROFESSOR ESTABELECEER ISSO ATRAVÉS DO CONVENCIMENTO. JUSTIFICANDO SUAS ALEGACÕES SE POSSÍVEL ATRAVÉS DE DEMONSTRACÕES.

06 – DEMONSTRAÇÕES EXPERIMENTAIS INVESTIGATIVAS: O Modelo Cinético-Molecular Facilitando A Compreensão Dos Fenômenos Térmicos.

O MODELO 'MECÂNICO' HORIZONTAL



Este modelo tem como antecedente o trabalho realizado pelo professor Luiz Ferraz Neto, mestre em ciência experimental pela USP, mas com modificações com relação a sua função didática e da metodologia proposta.

Apesar de o aparato ser denominado 'mecânico', seu dispositivo de ignição tem natureza elétrica, sendo mecânico apenas o análogo movimento das partículas, e como apenas oferecem uma visualização da teoria cinético-molecular, consideram-se como demonstrações experimentais ilustrativas possibilitam a observação indireta do comportamento das partículas. O diferencial metodológico está mais especificamente na definição dos objetivos pedagógicos, análise dos conceitos relevantes envolvidos, sugestão de tarefas lógicas explorando as concepções dos alunos, grau de direcionamento investigativo adotado para o ensino, seqüência lógica na abordagem, organização dos conteúdos, orientações e recomendações quanto às funções docentes, e de seu papel desmistificador na explicação dos fenômenos térmicos e nas propriedades físicas da matéria.

Inicialmente este modelo servirá para justificar as propriedades da matéria envolvidas na demonstração, após a observação e investigação realizada pelos alunos, e assim sendo um recurso de ensino útil e poderoso na justificação da concepção científica frente às concepções dos alunos.

Para a compreensão do Modelo Cinético-Molecular, devem-se admitir as seguintes hipóteses: (1) Um gás perfeito é um sistema formado por um grande número de partículas consideradas como esferas rígidas, dotadas de movimento caótico; (2) Suas partículas têm massa, mas o tamanho das moléculas (volume) é pequeno (desprezível) em comparação com a distância média entre elas e o espaço que ocupam; (3) As partículas não exercem forças de interação (atração ou repulsão) apreciáveis entre si, exceto nas colisões que são elásticas; (4) Toda energia interna se encontra na forma de energia cinética translacional; (5) Possuem velocidade e obedecem as leis de Newton; (6) Propagam-se em linha reta; (7) Os choques com as paredes do recipiente são perfeitamente elásticos, isto é, a energia cinética não pode ser convertida em outras formas, como por exemplo, o calor.

**CONJUNTO DE DEMONSTRAÇÕES
DO MODELO CINÉTICO-MOLECULAR**

**DEMONSTRAÇÕES EXPERIMENTAIS INVESTIGATIVAS
DEMONSTRANDO O MODELO CINÉTICO-MOLECULAR – I
– O MOVIMENTO BROWNIANO –**

CONTEÚDOS A SEREM TRABALHADOS

HIPÓTESES DO MODELO CINÉTICO-MOLECULAR

AQUISIÇÃO DE CONCEITOS ELEMENTARES SOBRE MODELO CINÉTICO-MOLECULAR

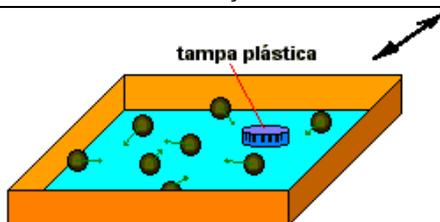
CONCEITOS BÁSICOS: PRESSÃO, TEMPERATURA, VOLUME, DENSIDADE, ESPAÇO VAZIO, VELOCIDADE MÉDIA, ÁTOMOS.

SUBSUNÇORES RELEVANTES AO CONTEÚDO

CONCEITOS RELEVANTES: MOVIMENTO CAÓTICO, ESPAÇO VAZIO, TEMPO, INÉRCIA, PARTÍCULA, ÁTOMO, AGITAÇÃO TÉRMICA, CHOQUE ELÁSTICO, MATÉRIA, FORÇA, MASSA, ESFERA RÍGIDA.

PROPOSIÇÕES: (1) SE AS PARTÍCULAS ESTÃO EM MOVIMENTO, LOGO POSSUEM VELOCIDADE E ENERGIA CINÉTICA; (2) A MATÉRIA É FORMADA POR PARTÍCULAS, LOGO POSSUEM MASSA E PESO; (3) SE UM CORPO EM MOVIMENTO MUDA SUA DIREÇÃO, LOGO AGE SOBRE ESSE CORPO UMA FORÇA EXTERNA VINDA DE OUTRO CORPO.

SUBSUNÇORES DISPONÍVEIS: **NÃO VERIFICADO**



Movimento browniano

FONTE: WWW.FEIRADECIENCIAS.COM.BR

OBJETIVO: JUSTIFICAR O *MCM* ILUSTRANDO O MOVIMENTO BROWNIANO

AÇÕES DOCENTES: DESCREVER O COMPORTAMENTO DAS PARTÍCULAS, BASEADO NAS HIPÓTESES DO *MCM* E RELACIONAR COM SITUAÇÕES DO COTIDIANO.

MATERIAIS UTILIZADOS: BOLAS DE AÇO; TAMPA DE PLÁSTICO; CERCADO; MOTOR; POTENCIÔMETRO.

CONCEITO TEÓRICO: O **MOVIMENTO BROWNIANO** É O MOVIMENTO ALEATÓRIO DE PARTÍCULAS MACROSCÓPICAS NUM FLUIDO COMO CONSEQÜÊNCIA DOS CHOQUES DAS MOLÉCULAS DO FLUIDO NAS PARTÍCULAS.

DESCRIÇÃO DA MONTAGEM E DA DEMONSTRAÇÃO: COLOCAM-SE NOVE (9) BOLAS DE AÇO GRANDES, QUATRO (4) PEQUENAS E A TAMPA DE PLÁSTICO DENTRO DO CERCADO. LIGA-SE O APARELHO E REGULA-SE A VELOCIDADE O SUFICIENTE PARA PRODUZIR MOVIMENTOS BRUSCOS E ERRÁTICOS DA TAMPA (VISTO POR SUA SOMBRA). A TAMPA PLÁSTICA É IDENTIFICADA COMO A PARTÍCULA DE FUMAÇA E AS BOLAS REPRESENTAM AS MOLÉCULAS DO GÁS. O ALUNO HÁ DE CONVIR QUE O MOVIMENTO DA TAMPA (PARTÍCULA DE FUMAÇA) É DECORRENTE DAS COLISÕES COM AS BOLAS (MOLÉCULAS) MUITO MENORES. A TAMPA ZIGUEZAGUEIA AO REDOR DEVIDO AOS IMPACTOS DESIGUAIS SOBRE SEUS LADOS.

LIMITAÇÃO: A OBSERVAÇÃO DO MOVIMENTO CAÓTICO DA TAMPA (OU DISCO PLÁSTICO COLORIDO) DÁ UMA NOÇÃO QUALITATIVA E SENSORIAL DO MODELO PROPOSTO PELA TEORIA CINÉTICA DOS GASES APESAR DA DISCREPÂNCIA QUE EXISTEM ENTRE ESSA ÚLTIMA E O NOSSO MODELO, A COMEÇAR PELO FATO DESTE SER BIDIMENSIONAL, DOS CHOQUES NÃO SEREM PERFEITAMENTE ELÁSTICOS E DO 'TAMANHO' DAS MOLÉCULAS ESTAR MUITO EXAGERADO.

HABILIDADES DISCENTES: COMPREENDER O COMPORTAMENTO DAS PARTÍCULAS, BASEADO NO *MCM*.

SUGESTÕES PRÁTICAS: (1) VISUALIZAR O PÓLEN DE UMA FLOR EM UM COPO COM ÁGUA PARADA ATRAVÉS DE UM MICROSCÓPIO, OU, COLOQUE UM PEQUENO PEDAÇO DE ISOPOR SOBRE A ÁGUA EM REPOUSO E OBSERVE SEU DESLOCAMENTO; (2) VISUALIZAR UM GRÃO DE POEIRA EM UMA FUMAÇA; (3) OBSERVAR QUANDO LUZ É INCIDIDA EM LUGARES MUITO SECOS, ONDE MACROPARTÍCULAS "FLUTUAM" EM MOVIMENTOS ALEATÓRIOS. (VULGARMENTE CONFUNDE-SE COM POEIRA)

TAREFAS LÓGICAS SUGERIDAS: (1) APLICAR UMA AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA; (2) SOLICITAR QUE O ALUNO FAÇA 20 PONTOS E QUE NUMERE ALEATORIAMENTE OS PONTOS, EM SEGUIDA PEÇA A LIGAR OS PONTOS EM ORDEM.

APROFUNDAMENTO TEÓRICO: [HTTP://PT.WIKIPEDIA.ORG/WIKI/MOVIMENTO_BROWNIANO](http://PT.WIKIPEDIA.ORG/WIKI/MOVIMENTO_BROWNIANO)

**DEMONSTRAÇÕES EXPERIMENTAIS INVESTIGATIVAS
DEMONSTRANDO O MODELO CINÉTICO-MOLECULAR – II
– MOVIMENTO CAÓTICO DAS MOLÉCULAS DOS GASES –**

CONTEÚDOS A SEREM TRABALHADOS

HIPÓTESES DO MODELO CINÉTICO-MOLECULAR

AQUISIÇÃO DE CONCEITOS ELEMENTARES SOBRE MODELO CINÉTICO-MOLECULAR

CONCEITOS BÁSICOS: PRESSÃO, AGITAÇÃO TÉRMICA, TEMPERATURA, VOLUME, DENSIDADE, ESPAÇO VAZIO, VELOCIDADE MÉDIA, ZERO ABSOLUTO, ÁTOMOS.

CONHECIMENTO CIENTÍFICO ENVOLVIDO: MODELO CINÉTICO-MOLECULAR; MOVIMENTO RANDÔMICO; ESCALA ABSOLUTA KELVIN

SUBSUNÇORES RELEVANTES AO CONTEÚDO

CONCEITOS RELEVANTES: MOVIMENTO, ESPAÇO, TEMPO, INÉRCIA, PARTÍCULA, ÁTOMO, CHOQUE, FORÇA E MATÉRIA.

PROPOSIÇÕES: (1) SE AS PARTÍCULAS ESTÃO EM MOVIMENTO, LOGO POSSUEM VELOCIDADE E ENERGIA CINÉTICA; (2) A MATÉRIA É FORMADA POR PARTÍCULAS, LOGO POSSUEM MASSA E PESO; (3) SE UM CORPO EM MOVIMENTO MUDA SUA DIREÇÃO, LOGO AGE SOBRE ESSE CORPO UMA FORÇA EXTERNA VINDA DE OUTRO CORPO.

SUBSUNÇORES DISPONÍVEIS: **NÃO VERIFICADO**

OBJETIVOS: JUSTIFICAR O MOVIMENTO RANDÔMICO DAS PARTÍCULAS.

AÇÕES DOCENTES: DESCREVER O COMPORTAMENTO DAS PARTÍCULAS, BASEADO NAS HIPÓTESES DO *MCM* E RELACIONAR COM SITUAÇÕES DO COTIDIANO.

MATERIAIS UTILIZADOS: BOLAS DE AÇO; TAMPA DE PLÁSTICO; CERCADO; MOTOR; POTENCIÔMETRO.

DESCRIÇÃO DA MONTAGEM E DA DEMONSTRAÇÃO: COLOCAM-SE 12 BOLAS DE VIDRO (OU DISCOS PLÁSTICOS) NO CERCADO E AJUSTA-SE O *MMH* PARA UMA VELOCIDADE MÉDIA. OBSERVE ATENTAMENTE O MOVIMENTO MOLECULAR PROJETADO NA TELA E DESCREVA EM DETALHES O QUE ESTÁ ACONTECENDO. SUAS OBSERVAÇÕES DEVERÃO COM CERTEZA SER ALGO ASSIM: (1) ALGUMAS MOLÉCULAS ESTÃO SE MOVENDO MAIS RÁPIDAS QUE OUTRAS; (2) AS MOLÉCULAS COLIDEM ENTRE SI E COM AS PAREDES; (3) GERALMENTE HÁ UM ESPAÇO RELATIVAMENTE GRANDE ENTRE ELAS, EXCETO POR OCASIÃO DAS COLISÕES; (4) NÃO HÁ REGULARIDADE NO MOVIMENTO, PELO CONTRÁRIO, UM LOUCO E DESORDENADO TIPO DE MOVIMENTO — O MOVIMENTO RANDÔMICO.

LIMITAÇÕES: DIFERENTEMENTE DO MOVIMENTO BROWNIANO, O MOVIMENTO DAS MOLÉCULAS É CAÓTICO E RÁPIDO, BEM MAIS DO SE VISUALIZA, ALÉM DA RELAÇÃO DE SUAS DIMENSÕES E A DISTÂNCIA ENTRE ELAS.

HABILIDADES DISCENTES: COMPREENDER O COMPORTAMENTO DAS PARTÍCULAS, BASEADO NO MODELO CINÉTICO-MOLECULAR.

SUGESTÕES PARA UMA DISCUSSÃO: SOLICITE O ALUNO A SE CONCENTRAR NO MOVIMENTO DE UMA DETERMINADA BOLA, COLOQUE ENTRE AS DE VIDRO UMA DE AÇO DE RAIO MAIOR.

JÁ QUE PRESTOU BASTANTE ATENÇÃO, RESPONDA:

- (A) A COMPRESSIBILIDADE DE UM GÁS VEM A FAVOR DE QUE IDÉIA BÁSICA POSTA PELA TEORIA CINÉTICA?
(B) VOCÊ PODE SUGERIR ALGUMA EXPERIÊNCIA BEM SIMPLES PARA EVIDENCIAR A COMPRESSIBILIDADE DE UM GÁS?

DESCREVA-A:

- C) QUE ARGUMENTO VOCÊ UTILIZARIA PARA EXPLICAR, NOS MOLDES DA TEORIA CINÉTICA, O FATO DE QUE UM GÁS OCUPA TODO O VOLUME DO RECIPIENTE QUE O CONTÉM?
D) AS MOLÉCULAS DE UM GÁS MOVEM-SE ALEATORIAMENTE EM TODAS AS DIREÇÕES, RESULTANDO DISSO COLISÕES ENTRE SI E COM AS PAREDES. QUANDO ELAS ATINGEM AS PAREDES DO RECIPIENTE, ELAS EXERCEM FORÇAS SOBRE A MESMA. QUE CONCEITO DERIVA DISSO?
E) REFLITA AS QUESTÕES ANTERIORES, SE AO INVÉS DE SER GÁS, FOSSE UM LÍQUIDO OU UM SÓLIDO QUE IRIA MUDAR?

SUGESTÃO PRÁTICA: PARA REPRODUZIR MELHOR NO ESTADO SÓLIDO, AS ESFERAS PODEM SER ADAPTADAS COM PEQUENAS MOLAS ENTRE ELAS, E ASSIM, LIMITAR O ESPAÇO DE LIBERDADE EM SEU MOVIMENTO.

**DEMONSTRAÇÕES EXPERIMENTAIS INVESTIGATIVAS
DEMONSTRANDO O MODELO CINÉTICO-MOLECULAR – III
– PRESSÃO NOS GASES –**

CONTEÚDOS A SEREM TRABALHADAS

HIPÓTESES DO MODELO CINÉTICO-MOLECULAR

AQUISIÇÃO DE CONCEITOS ELEMENTARES SOBRE MODELO CINÉTICO-MOLECULAR

CONCEITOS BÁSICOS: PRESSÃO, TEMPERATURA, VOLUME, DENSIDADE, ESPAÇO VAZIO, VELOCIDADE MÉDIA, FORÇA, ÁTOMOS.

LEIS E PRINCÍPIOS ENVOLVIDOS: PRINCÍPIO DE PASCAL;; LEIS DE NEWTON.

SUBSUNÇORES RELEVANTES DO CONTEÚDO

CONCEITOS RELEVANTES: MOVIMENTO CAÓTICO, ESPAÇO VAZIO, TEMPO, INÉRCIA, PARTÍCULA, ÁTOMO, CHOQUE ELÁSTICO, MATÉRIA, FORÇA, MASSA, ESFERA RÍGIDA.

PROPOSIÇÕES: (1) SE AS PARTÍCULAS ESTÃO EM MOVIMENTO, LOGO POSSUEM VELOCIDADE E ENERGIA CINÉTICA; (2) A MATÉRIA É FORMADA POR PARTÍCULAS, LOGO POSSUEM MASSA E PESO; (3) SE UM CORPO EM MOVIMENTO MUDA SUA DIREÇÃO, LOGO AGE SOBRE ESSE CORPO UMA FORÇA EXTERNA VINDA DE OUTRO CORPO.

SUBSUNÇORES DISPONÍVEIS: **NÃO VERIFICADO**



Pressão exercida por gases

FONTE: WWW.FEIRADECIENCIAS.COM.BR

OBJETIVOS: COMPREENDER O CONCEITO DE PRESSÃO RELACIONANDO COM AS COLISÕES ENTRE AS PARTÍCULAS.

AÇÕES DOCENTES: DESCREVER O COMPORTAMENTO DAS PARTÍCULAS, BASEADO NAS HIPÓTESES DO MCM E RELACIONAR COM SITUAÇÕES DO COTIDIANO.

MATERIAIS UTILIZADOS: BOLAS DE AÇO; TAMPA DE PLÁSTICO; CERCADO; MOTOR; POTENCIÔMETRO.

DESCRIÇÃO DA MONTAGEM E DA DEMONSTRAÇÃO: SEMPRE QUE UMA MOLÉCULA DO GÁS ATINGE UMA PAREDE ELA EXERCE UM PEQUENO EMPURRÃO NESTA REGIÃO DA PAREDE. A FORÇA MÉDIA TOTAL SOBRE UMA DADA ÁREA DEFINE A PRESSÃO DO GÁS. EM UM RECIPIENTE FECHADO, QUALQUER QUE SEJA SUA FORMA, UM GÁS EXERCE PRESSÃO IGUAL EM TODOS OS PONTOS.

NA DEMONSTRAÇÃO, O CERCADO VIBRANTE REPRESENTA AS PAREDES DO RECIPIENTE E SEIS (6) BOLAS DE VIDRO SIMULARÃO AS MOLÉCULAS. LIGAMOS O APARELHO À UMA VELOCIDADE MÉDIA. OBSERVE BEM OS ACONTECIMENTOS; FIXE SUA ATENÇÃO NA SOMBRA RETANGULAR SOBRE UMA DAS PAREDES DO CERCADO. TENDE CONTAR QUANTAS COLISÕES OCORRE NESTA REGIÃO, EM 30 SEGUNDOS. A SOMA DESSES EMPURRÕES NESTA ÁREA DEFINE A PRESSÃO QUE AS BOLAS EXERCEM NAS PAREDES DO CERCADO. INCLINE A BASE, GIRANDO-O PELA ARESTA MAIS PRÓXIMA DA TELA; COLOQUE O BLOCO DE MADEIRA DE UNS 2 CM DE ALTURA SOB A ARESTA LEVANTADA PARA CALÇA-LA, DE MODO QUE A PLATAFORMA FIQUE INCLINADO. COLOQUE 12 BOLAS DE VIDRO NO CERCADO; OBVIAMENTE ELAS SE CONCENTRARÃO NA PARTE MAIS BAIXA DO PLANO INCLINADO. COLOQUE O 'PISTÃO' QUE PARTICIPA DOS ACESSÓRIOS (UMA SIMPLES BARRA PLÁSTICA) APRISIONANDO AS ESFERAS NA REGIÃO INFERIOR DO CERCADO. LIGUE O APARELHO E VÁ, GRADUALMENTE, AUMENTANDO A VELOCIDADE, ATÉ QUE O PISTÃO SE DESLOQUE PARA CIMA SOB A AÇÃO DOS IMPACTOS DAS BOLAS. EXPERIMENTE VÁRIOS ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO PARA OBTER AQUELE CUJO EFEITO É O MAIS DESEJÁVEL.

PRESSÃO É DEFINIDA COMO A RAZÃO DA INTENSIDADE DA FORÇA PELA ÁREA ($P = \frac{F}{A}$). EMBORA AS COLISÕES DE UMA ÚNICA MOLÉCULA CONTRA AS PAREDES DO RECIPIENTE SEJAM INTERMITENTES, HÁ TANTAS MOLÉCULAS ENVOLVIDAS NO PROCESSO QUE O NÚMERO MÉDIO DE COLISÕES MANTÉM A PRESSÃO CONSTANTE (DIFERENCIE O CONCEITO DE FORÇA E PRESSÃO)

HABILIDADES DISCENTES: IDENTIFICAR A INFLUÊNCIA DA PRESSÃO NOS FENÔMENOS.

SUGESTÃO PARA INICIAR UMA DISCUSSÃO: O QUE IMPEDE UM BALÃO DE BORRACHA, CHEIO DE AR, MURCHAR?

**DEMONSTRAÇÕES EXPERIMENTAIS INVESTIGATIVAS
DEMONSTRANDO O MODELO CINÉTICO-MOLECULAR – V
– DIFUSÃO DE GASES –**

CONTEÚDOS A SEREM TRABALHADOS

HIPÓTESES DO MODELO CINÉTICO-MOLECULAR

AQUISIÇÃO DE CONCEITOS ELEMENTARES SOBRE MODELO CINÉTICO-MOLECULAR

CONCEITOS BÁSICOS: PRESSÃO, TEMPERATURA, VOLUME, DENSIDADE, VELOCIDADE MÉDIA, ENTROPIA E ÁTOMOS.

LEIS E PRINCÍPIOS ENVOLVIDOS: MODELO CINÉTICO-MOLECULAR; 2ª LEI DA TERMODINÂMICA; LEI DA DIFUSÃO DE GRAHAM

SUBSUNÇORES RELEVANTES DO CONTEÚDO

CONCEITOS RELEVANTES: MOVIMENTO CAÓTICO, ESPAÇO VAZIO, TEMPO, INÉRCIA, PARTÍCULA, ÁTOMO, CHOQUE ELÁSTICO, MATÉRIA, LEIS DE NEWTON, MASSA, ESFERA RÍGIDA E SUAS MEDIDAS.

PROPOSIÇÕES: (1) SE AS PARTÍCULAS ESTÃO EM MOVIMENTO, LOGO POSSUEM VELOCIDADE E ENERGIA CINÉTICA; (2) A MATÉRIA É FORMADA POR PARTÍCULAS, LOGO POSSUEM MASSA E PESO; (3) SE UM CORPO EM MOVIMENTO MUDA SUA DIREÇÃO, LOGO AGE SOBRE ESSE CORPO UMA FORÇA EXTERNA VINDA DE OUTRO CORPO.

SUBSUNÇORES DISPONÍVEIS: **NÃO VERIFICADO**



FONTE: WWW.FEIRADECIENCIAS.COM.BR

OBJETIVOS: COMPREENDER A DIFUSÃO GASOSA, E RELACIONAR COM CONCEITO DE ENTROPIA.

AÇÕES DOCENTES: DESCREVER O COMPORTAMENTO DAS PARTÍCULAS, BASEADO NAS HIPÓTESES DO MCM E RELACIONAR COM SITUAÇÕES DO COTIDIANO.

MATERIAIS UTILIZADOS: BOLAS DE AÇO; TAMPA DE PLÁSTICO; CERCADO; MOTOR; POTENCIÔMETRO.

DESCRIÇÃO DA MONTAGEM E DA DEMONSTRAÇÃO: UMA DAS MAIS IMPORTANTES PROPRIEDADES FÍSICAS DE UM GÁS É SUA HABILIDADE EM PREENCHER UNIFORMEMENTE TODO O ESPAÇO ONDE É CONFINADO. QUANDO ESTE SE ESPALHA MISTURANDO COM OUTRO GÁS, CHAMA-SE DE DIFUSÃO GASOSA, OCORRIDO DEVIDO AO RÁPIDO E DESORDENADO MOVIMENTO DAS MOLÉCULAS DOS GASES. NIVELÉ BEM O APARELHO SOBRE O RETROPROJETOR. COLOQUE PRESO ÀS PAREDES OPOSTAS DO CERCADO A BARRA DE DIFUSÃO (BARRA DE ALUMÍNIO COM UM RECORTE CENTRAL). PONHA SEIS (6) BOLAS PEQUENAS DE UM LADO DA BARRA DE DIFUSÃO E SEIS (6) BOLAS GRANDES DO OUTRO LADO (PODEM SER BOLAS DE TANHOS IGUAIS E COLORIDOS DIFERENTES). LIGUE O APARELHO EM VELOCIDADE MÉDIA E PROJETE O MOVIMENTO NA TELA. COMO ESPERADO, OS DOIS DIFERENTES TANHOS DE “MOLÉCULAS” SE MISTURARÃO, REPRESENTANDO A DIFUSÃO DE DOIS GASES, UM EM OUTRO. A POPULAÇÃO DAS BOLAS, EM CADA METADE DO CERCADO, VARIA DE UM MOMENTO DE OBSERVAÇÃO PARA OUTRO. ESTA FLUTUAÇÃO NO CASO REAL É DESPREZÍVEL, FACE AO ENORME NÚMERO DE MOLÉCULAS EM JOGO.

A LEI DA DIFUSÃO DE GRAHAM ESTABELECE QUE A TAXA (GROSSEIRAMENTE, VELOCIDADE) DE DIFUSÃO DE UM GÁS É INVERSAMENTE PROPORCIONAL À RAIZ QUADRADA DE SUA MASSA MOLECULAR. UMA CONTAGEM DO NÚMERO DE BOLAS NESSE EXPERIMENTO MOSTRA ESSE RESULTADO COM A PRECISÃO DESEJADA. INDICANDO-SE POR r E r' (MEÇA) NÚMERO DE BOLAS PEQUENAS E GRANDES QUE PASSAM PELA ABERTURA DA BARRA DE DIFUSÃO EM UM MINUTO E POR m E m' (MEÇA) AS MASSAS DAS BOLAS PEQUENAS E GRANDES, ENCONTRA-SE EXPERIMENTALMENTE:

$$\frac{r}{r'} = \sqrt{\frac{m'}{m}}$$

HABILIDADES DISCENTES: COMPREENDER O COMPORTAMENTO DAS PARTÍCULAS, BASEADO NO MCM.

SUGESTÕES PRÁTICAS: (1) FAÇAM QUE REPRESENTEM ATRAVÉS DE UM DESENHO, AS MOLÉCULAS DA ÁGUA NO ESTADO SÓLIDO, LÍQUIDO E GASOSO SENDO AQUECIDAS; (2) UTILIZE ESSE PROCESSO PARA EXPLICAR O CONCEITO DE ENTROPIA (2ª LEI DA TERMODINÂMICA) PELA DESORDEM CAUSADA PELAS MOLÉCULAS.

**DEMONSTRAÇÕES EXPERIMENTAIS INVESTIGATIVAS
DEMONSTRANDO O MODELO CINÉTICO-MOLECULAR – VI
– EXPANSÃO LIVRE –**

CONTEÚDOS A SEREM TRABALHADOS

HIPÓTESES DO MODELO CINÉTICO-MOLECULAR

AQUISIÇÃO DE CONCEITOS ELEMENTARES SOBRE MODELO CINÉTICO-MOLECULAR

CONCEITOS BÁSICOS: PRESSÃO, TEMPERATURA, VOLUME, DENSIDADE, ESPAÇO VAZIO, VELOCIDADE MÉDIA, ÁTOMOS.

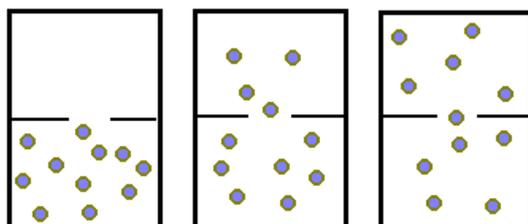
LEIS E PRINCÍPIOS ENVOLVIDOS: MODELO CINÉTICO-MOLECULAR

SUBSUNÇÕES RELEVANTES DO CONTEÚDO

CONCEITOS RELEVANTES: MOVIMENTO CAÓTICO, ESPAÇO VAZIO, TEMPO, INÉRCIA, PARTÍCULA, ÁTOMO, CHOQUE ELÁSTICO, MATÉRIA, LEIS DE NEWTON, MASSA, ESFERA RÍGIDA.

PROPOSIÇÕES: (1) SE AS PARTÍCULAS ESTÃO EM MOVIMENTO, LOGO POSSUEM VELOCIDADE E ENERGIA CINÉTICA; (2) A MATÉRIA É FORMADA POR PARTÍCULAS, LOGO POSSUEM MASSA E PESO; (3) SE UM CORPO EM MOVIMENTO MUDA SUA DIREÇÃO, LOGO AGE SOBRE ESSE CORPO UMA FORÇA EXTERNA VINDA DE OUTRO CORPO.

SUBSUNÇÕES DISPONÍVEIS: **NÃO VERIFICADO**



Expansão livre

FONTE: WWW.FEIRADECIENCIAS.COM.BR

OBJETIVOS: COMPREENDER A PROPRIEDADE DE EXPANSIBILIDADE DA MATÉRIA.

AÇÕES DOCENTES: DESCREVER O COMPORTAMENTO DAS PARTÍCULAS, BASEADO NAS HIPÓTESES DO *MCM* E RELACIONAR COM SITUAÇÕES DO COTIDIANO.

MATERIAIS UTILIZADOS: BOLAS DE AÇO; CERCADO; MOTOR; POTENCIÔMETRO.

DESCRIÇÃO DA MONTAGEM E DA DEMONSTRAÇÃO: O CERCADO VIBRANTE É DIVIDIDO EM DOIS 'COMPARTIMENTOS' LIGADOS POR UM ORIFÍCIO. AS BOLAS (OU DISCOS) SÃO COLOCADOS EM UM DOS COMPARTIMENTOS. AOS POUCOS, DECORRENTE DA AGITAÇÃO, AS BOLAS VÃO PASSANDO AO OUTRO COMPARTIMENTO ATÉ QUE O SISTEMA ENTRE EM EQUILÍBRIO TÉRMICO, QUANDO ENTÃO O NÚMERO DE BOLAS NOS DOIS LADOS DO CERCADO É ESSENCIALMENTE O MESMO.

HABILIDADES DISCENTES: COMPREENDER O COMPORTAMENTO DAS PARTÍCULAS, BASEADO NO MODELO CINÉTICO-MOLECULAR.

SUGESTÕES PRÁTICAS: UMA GOTA DE PERFUME EM UMA CAIXA DE SAPATO, VOCÊ PERCEBERÁ QUE O ODORE ESPALHOU E OCUPA TODO O ESPAÇO DISPONÍVEL.

**DEMONSTRAÇÕES EXPERIMENTAIS INVESTIGATIVAS
DEMONSTRANDO O MODELO CINÉTICO-MOLECULAR – VII
– LIVRE PERCURSO MÉDIO –**

CONTEÚDOS A SEREM TRABALHADOS

HIPÓTESES DO MODELO CINÉTICO-MOLECULAR

AQUISIÇÃO DE CONCEITOS ELEMENTARES SOBRE MODELO CINÉTICO-MOLECULAR

CONCEITOS BÁSICOS: PRESSÃO, TEMPERATURA, VOLUME, DENSIDADE, ESPAÇO VAZIO, VELOCIDADE MÉDIA, ÁTOMOS.

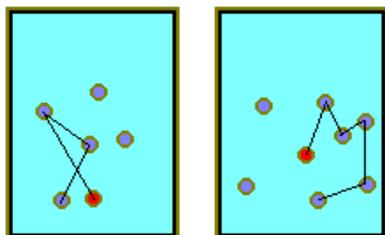
LEIS E PRINCÍPIOS ENVOLVIDOS: MODELO CINÉTICO-MOLECULAR; COLISÃO PERFEITAMENTE ELÁSTICA

SUBSUNÇORES RELEVANTES DO CONTEÚDO

CONCEITOS RELEVANTES: MOVIMENTO CAÓTICO, ESPAÇO VAZIO, TEMPO, INÉRCIA, PARTÍCULA, ÁTOMO, CHOQUE ELÁSTICO, MATÉRIA, LEIS DE NEWTON, MASSA, ESFERA RÍGIDA, DESLOCAMENTO ESCALAR, DISTÂNCIA PERCORRIDA.

PROPOSIÇÕES: (1) SE AS PARTÍCULAS ESTÃO EM MOVIMENTO, LOGO POSSUEM VELOCIDADE E ENERGIA CINÉTICA; (2) A MATÉRIA É FORMADA POR PARTÍCULAS, LOGO POSSUEM MASSA E PESO; (3) SE UM CORPO EM MOVIMENTO MUDA SUA DIREÇÃO, LOGO AGE SOBRE ESSE CORPO UMA FORÇA EXTERNA VINDA DE OUTRO CORPO; (4) A MENOR DISTÂNCIA ENTRE DOIS PONTOS É UMA LINHA RETA.

SUBSUNÇORES DISPONÍVEIS: **NÃO VERIFICADO**



Livre percurso médio

FONTE: WWW.FEIRADECIENCIAS.COM.BR

OBJETIVOS: COMPREENDER O LIVRE PERCURSO MÉDIO ENTRE AS MOLÉCULAS E OS FATORES QUE INFLUENCIAM EM SEU DESLOCAMENTO.

AÇÕES DOCENTES: DESCREVER O COMPORTAMENTO DAS PARTÍCULAS, BASEADO NAS HIPÓTESES DO *MCM* E RELACIONAR COM SITUAÇÕES DO COTIDIANO.

MATERIAIS UTILIZADOS: BOLAS DE AÇO; TAMPA DE PLÁSTICO; CERCADO; MOTOR; POTENCIÔMETRO.

DESCRIÇÃO DA MONTAGEM E DA DEMONSTRAÇÃO: PODE-SE VERIFICAR QUALITATIVAMENTE QUE O LIVRE PERCURSO MÉDIO (L) DEPENDE DO NÚMERO DE 'MOLÉCULAS' POR UNIDADE DE VOLUME (VARIANDO-SE O NÚMERO DE BOLAS NO CERCADO) E DO DIÂMETRO (D) DA 'MOLÉCULA' (VARIANDO-SE O DIÂMETRO DAS BOLAS).

HABILIDADES DISCENTES: COMPREENDER O COMPORTAMENTO DAS PARTÍCULAS, BASEADO NO MODELO CINÉTICO-MOLECULAR.

SUGESTÕES PRÁTICAS: (1) SOLICITAR QUE O ALUNO FAÇA 20 PONTOS E QUE NUMERE ALEATORIAMENTE OS PONTOS, EM SEGUIDA PEÇA A LIGAR OS PONTOS EM ORDEM, DESSA FORMA ELE IRÁ COMPREENDER O ZIGUE-ZAGUE DO MOVIMENTO CAÓTICO, QUE PERCORREM LINHAS RETAS E A DISTÂNCIA MÉDIA ENTRE ELAS, DEPOIS TENDE IMAGINAR SE SERIA POSSÍVEL REALIZAR ESSES DESLOCAMENTOS SE EXISTISSEM MUITAS OUTRAS MOLÉCULAS AO REDOR., O DESLOCAMENTO RELATIVO SERIA MAIOR OU MENOR? (2) MEDIR O DIÂMETRO DAS BOLINHAS, AUMENTE CONSIDERAVELMENTE O NUMERO DE BOLAS, PINTA UMA BOLINHA PARA IDENTIFICAR E ESTIME A MUDANÇA DE SEU PERCURSO MÉDIO LIVRE. REPITA O PROCESSO, UTILIZANDO BOLAS COM DIÂMETROS DIFERENTES E TENDE FAZER UMA CORRELAÇÃO ENTRE OS VALORES OBTIDOS.

**DEMONSTRAÇÕES EXPERIMENTAIS INVESTIGATIVAS
DEMONSTRANDO O MODELO CINÉTICO-MOLECULAR – VIII
– LEI DE BOYLE –**

CONTEÚDOS A SEREM TRABALHADOS

HIPÓTESES DO MODELO CINÉTICO-MOLECULAR

AQUISIÇÃO DE CONCEITOS ELEMENTARES SOBRE MODELO CINÉTICO-MOLECULAR

CONCEITOS BÁSICOS: PRESSÃO, TEMPERATURA, VOLUME, DENSIDADE, ESPAÇO VAZIO, VELOCIDADE MÉDIA, ÁTOMOS.

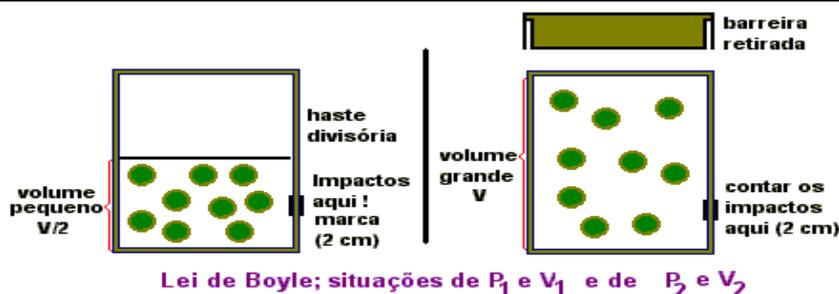
LEIS E PRINCÍPIOS ENVOLVIDOS: MODELO CINÉTICO-MOLECULAR; LEI DE BOYLE.

SUBSUNÇORES RELEVANTES DO CONTEÚDO

CONCEITOS RELEVANTES: MOVIMENTO CAÓTICO, ESPAÇO VAZIO, TEMPO, INÉRCIA, PARTÍCULA, ÁTOMO, CHOQUE ELÁSTICO, MATÉRIA, LEIS DE NEWTON, MASSA, ESFERA RÍGIDA E FREQUÊNCIA.

PROPOSIÇÕES: (1) SE AS PARTÍCULAS ESTÃO EM MOVIMENTO, LOGO POSSUEM VELOCIDADE E ENERGIA CINÉTICA; (2) A MATÉRIA É FORMADA POR PARTÍCULAS, LOGO POSSUEM MASSA E PESO; (3) SE UM CORPO EM MOVIMENTO MUDA SUA DIREÇÃO, LOGO AGE SOBRE ESSE CORPO UMA FORÇA EXTERNA VINDA DE OUTRO CORPO; (4) QUANTO MAIOR O NÚMERO DE COLISÕES MAIOR SERÁ A PRESSÃO; (5) QUANTO MAIOR A VELOCIDADE MÉDIA, MAIOR SERÁ A TEMPERATURA.

SUBSUNÇORES DISPONÍVEIS: **NÃO VERIFICADO**



FONTE: WWW.FEIRADECiencias.COM.BR

OBJETIVOS: COMPREENDER A LEI DE BOYLE, ASSIM COMO A PROPRIEDADE DE EXPANSIBILIDADE DA MATÉRIA

AÇÕES DOCENTES: DESCREVER O COMPORTAMENTO DAS PARTÍCULAS, BASEADO NAS HIPÓTESES DO MCM E RELACIONAR COM SITUAÇÕES DO COTIDIANO.

MATERIAIS UTILIZADOS: BOLAS DE AÇO; CERCADO; MOTOR; POTENCIÔMETRO, PILHA; HASTE DIVISÓRIA.

DESCRIÇÃO DA MONTAGEM E DA DEMONSTRAÇÃO: A LEI DE BOYLE NOS OFERECE UMA RELAÇÃO QUANTITATIVA ENTRE A PRESSÃO QUE O GÁS EXERCE E O VOLUME QUE ELE OCUPA. É USUALMENTE APRESENTADA NA FORMA PRESSÃO X VOLUME = CONSTANTE, OU, A PRESSÃO DE UM GÁS VARIA INVERSAMENTE COM SEU VOLUME, DESDE QUE A TEMPERATURA MANTENHA-SE CONSTANTE. UMA APRESENTAÇÃO VISUAL EFETIVA É POSSÍVEL COM NOSSO MMH, PARA MOSTRAR QUE EFEITO TEM UMA MUDANÇA DE VOLUME SOBRE AS MOLÉCULAS DE UM GÁS, QUANDO A TEMPERATURA PERMANECE CONSTANTE. ENTRE OS ACESSÓRIOS HÁ UMA BARRA DE ALUMÍNIO, PARECIDA COM AQUELA DA DIFUSÃO, PORÉM SEM O RECORTE CENTRAL. COLOQUE ESSA BARRA, PELOS ENCAIXES, SOBRE AS PAREDES OPOSTAS DO CERCADO, DIVIDINDO-O EM DUAS PARTES IGUAIS.

COLOQUE DOZE (12) BOLAS DE VIDRO, TODAS DE UM MESMO LADO DA BARREIRA. DESSE MESMO LADO DA BARREIRA, E ENCOSTADO EM UMA DAS PAREDES DO CERCADO, COLOCAMOS UMA FITA GOMADA DE UNS 2 CM, PARA REFERENCIAR UMA ÁREA DESSA PAREDE (UMA PEDAÇO DE FITA ISOLANTE COLADO SOBRE O VIDRO, NESSA REGIÃO, RESOLVE O PROBLEMA). A SOMBRA PROJETADA NA TELA MOSTRA ISSO PERFEITAMENTE.

HABILIDADES DISCENTES: COMPREENDER O COMPORTAMENTO DAS PARTÍCULAS, BASEADO NO MODELO CINÉTICO-MOLECULAR.

SUGESTÕES PRÁTICAS: LIGUE O APARELHO A UMA VELOCIDADE MÉDIA. APÓS OBSERVAR A AÇÃO GERAL DOS MOVIMENTOS, CONTE QUANTOS IMPACTOS OCORREM NA REGIÃO DA SOMBRA, EM UM MINUTO. CADA ALUNO DA SALA DEVE FAZER SUA PRÓPRIA CONTAGEM. ESSE NÚMERO DE IMPACTOS TRADUZ A PRESSÃO MÉDIA NAQUELA PAREDE, NAQUELA TEMPERATURA E COM AQUELE VOLUME LIMITADO (METADE DO TOTAL).

FEITO ISSO, RETIRE RAPIDAMENTE A BARREIRA, INTERFERINDO O MÍNIMO POSSÍVEL NO SISTEMA (É BOM TREINAR ISSO ATÉ ANTES DE COLOCAR AS BOLAS!). RETIRADA A BARREIRA FAÇA NOVAMENTE A CONTAGEM DO NÚMERO DE IMPACTO NAQUELA MESMA REGIÃO DA SOMBRA PROJETADA, AGORA COM NOVO VOLUME (O DOBRO DO ANTERIOR!) E NA MESMA TEMPERATURA (NÃO MEXEMOS NA VELOCIDADE DE VIBRAÇÃO). COMPARE AS DUAS CONTAGENS PARA CONCLUIR A RELAÇÃO ENTRE AS PRESSÕES E OS VOLUMES.

Ex: (N= 10) – ALUNOS (1): 47, 52, 48, 48, 51, 53, 50, 47, 51, 53. ($\bar{x} = 50$); $pV = 50V$

(N= 10) – ALUNOS (2): 27, 22, 27, 28, 21, 26, 25, 25, 24, 25. ($\bar{x} = 25$); $p'V' = p'2V = 25 \times 2V = 50V \therefore pV = cte$

**CONJUNTO DE DEMONSTRAÇÕES INVESTIGANDO A NATUREZA DA MATÉRIA
COM O AUXÍLIO DO MODELO CINÉTICO-MOLECULAR**

**DEMONSTRAÇÕES EXPERIMENTAIS INVESTIGATIVAS
INVESTIGANDO AS PROPRIEDADES GERAIS DA MATÉRIA - I**

1º CICLO INVESTIGATIVO

CONTEÚDOS E COMPETÊNCIAS A SEREM TRABALHADAS	
NATUREZA DA MATÉRIA	MODELO CINÉTICO-MOLECULAR
PROPRIEDADES GERAIS	COMPETÊNCIAS
AQUISIÇÃO DE CONCEITOS ELEMENTARES SOBRE A NATUREZA DA MATÉRIA	
CONCEITOS BÁSICOS: PRESSÃO DE FLUIDOS; TEMPERATURA; PRESSÃO ATMOSFÉRICA E DENSIDADE.	LEIS E PRINCÍPIOS ENVOLVIDOS: PRINCÍPIO DE PASCAL, STEVIN E ARQUIMEDES; LEIS DE NEWTON; MOVIMENTO BROWNIANO; MOVIMENTO RANDÔMICO; DIFUSÃO DOS GASES; EXPANSÃO LIVRE; LIVRE PERCURSO MÉDIO; LEI DE BOYLE E LEIS DA TERMODINÂMICA.
SUNSUÇOS RELEVANTES DO CONTEÚDO	
CONCEITOS RELEVANTES: PRESSÃO, VOLUME, FORÇA, DENSIDADE, MASSA, SÓLIDO, LÍQUIDO, GÁS, VELOCIDADE, INÉRCIA, ESFERA, COMPRESSÃO, EXPANSÃO, ESPAÇO VAZIO, TEMPERATURA E FLUIDO.	PROPOSIÇÕES: (1) DOIS CORPOS NÃO PODEM OCUPAR O MESMO LUGAR DO ESPAÇO; (2) TODO CORPO É FORMADO DE MATÉRIA, LOGO TEM MASSA E PESO; (3) SE A DISTÂNCIA ENTRE AS MOLÉCULAS É BEM MAIOR QUE SEU TAMANHO, EXISTE MAIS ESPAÇOS VAZIOS QUE MATÉRIA; (4) A FORÇA APLICADA EM UM PONTO SE DISTRIBUI A TODOS OS PONTOS DE UM FLUIDO.
SUBSUNÇOS DISPONÍVEIS: NÃO VERIFICADO	

DOCENTE PLANEJADOR

OBJETIVOS: INVESTIGAR, ANALISAR E VERIFICAR O CONTEÚDO SOBRE A NATUREZA DA MATÉRIA; IDENTIFICAR OS SUBSUNÇOS RELEVANTES NO CONTEÚDO

AÇÕES DOCENTES: ANALISAR PREVIAMENTE A TEMÁTICA PROCURANDO IDENTIFICAR OS CONCEITOS MAIS INCLUSIVOS; PREVER POSSÍVEIS RESPOSTAS RELACIONADAS AO CONHECIMENTO PRÉVIO DOS ALUNOS QUANTO À TEMÁTICA; IDENTIFICAR A FINALIDADE/PROPOSIÇÃO DA TEMÁTICA INERENTE AO CURRÍCULO DISCIPLINAR (HABILIDADES E COMPETÊNCIAS); DEFINIR A MELHOR MODALIDADE DE ENSINO (CONJUNTO DE TÉCNICAS) ASSOCIADA À ATIVIDADE DEMONSTRATIVA; ESCOLHER MODELOS FÍSICOS POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVOS; EXPERIMENTAR E BUSCAR MECANISMOS DE INTERAÇÃO E INTERCÂMBIO DE IDÉIAS PARA UMA AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA DO CONHECIMENTO PRÉVIO DOS ALUNOS; ELABORAR PERGUNTAS, PROBLEMAS E QUESTIONAMENTOS DIRECIONADORES SOBRE O CONTEÚDO.

MATERIAIS UTILIZADOS: RECIPIENTE, ROLHA, DOIS FUROS, CANO EM FORMA DE 'L', BALÃO, VELA, FUNIL, ÁGUA E ÓLEO.

DESCRIÇÃO DA MONTAGEM E DA DEMONSTRAÇÃO: A ÁGUA ENTRA PELO FUNIL, DESCE ATÉ CERTO PONTO E PÁRA, E TENDE A FICAR PARADO DEVIDO AO EQUILÍBRIO QUE EXISTE ENTRE AS FORÇAS (**INÉRCIA**), COMPRIMINDO O AR (**COMPRESSIBILIDADE**) QUE EXISTE DENTRO DO RECIPIENTE, ISSO POR QUE A SAÍDA PELO CANUDINHO ESTÁ MOMENTANEAMENTE FECHADA, PODENDO SER PELO DEDO OU POR UM BALÃO. O BALÃO SERVIRÁ PARA PRESSIONÁ-LO E EMPURRAR O AR NO SENTIDO CONTRÁRIO E INVESTIGAR O QUE ACONTECE, NO CASO, IRÁ EXPULSAR A ÁGUA DO ESPAÇO QUE ANTES ERA OCUPADO PELO AR, EVIDENCIANDO A ASSIM QUE O AR É ELÁSTICO (**ELASTICIDADE**). A CAPACIDADE DE COMPRIMIR E EXPANDIR O AR FORNECE A PISTA DE QUE EXISTE CERTO ESPAÇO ENTRE ELAS, QUE A MATÉRIA POSSUI POROS, OU, ESPAÇOS VAZIOS (**POROSIDADE**). SE PUDERMOS CAPTURAR O AR QUE ENTRA NO BALÃO E COMPARAR COM UM BALÃO IDÊNTICO E VAZIO, PERCEBEREMOS UMA DIFERENÇA, ONDE NA QUAL, O BALÃO COM AR TEM MAIS PESO, PELO FATO DE EXISTIREM MOLÉCULAS A MAIS NO SEU INTERIOR (**PONDERABILIDADE**), OBTIVAMENTE, ISSO DEDUZ QUE O AR É MATÉRIA (**MASSA**). PRESSIONANDO COM O DEDO E LIBERANDO, PODE-SE OBSERVAR QUE ENQUANTO A ÁGUA ENTRA NO RECIPIENTE A CHAMA DA VELA SOFRE DEFLEXÃO DEVIDO AO AR QUE SAI, OU SEJA, DUAS PORÇÕES DE MATÉRIA NÃO PODEM OCUPAR O MESMO LUGAR NO ESPAÇO (**IMPENETRABILIDADE**). O DESLOCAMENTO IMEDIATO DO AR PELO CANUDO (**MOBILIDADE**), NA MEDIDA EM QUE ENTRA ÁGUA, MOSTRA QUE O AR OCUPA INTEGRALMENTE O ESPAÇO INTERNO DO RECIPIENTE, POSSUI VOLUME (**EXTENSÃO**).

HABILIDADES DISCENTES: COMPREENDER AS PROPRIEDADES GERAIS DA MATÉRIA DIANTE DO FENÔMENO TÉRMICO.

DOCENTE INSTIGADOR

PERGUNTAS ESPECULATIVAS: QUAL É A NATUREZA DOS CORPOS? O QUE É MATÉRIA? É POSSÍVEL EXISTIR ANTI-MATÉRIA? COMO SERIA O MUNDO COMPOSTO POR ANTI-MATÉRIA? QUAIS SÃO AS PROPRIEDADES DA MATÉRIA? E POR QUE SERÁ QUE ELA SE COMPORTA DESSA FORMA? QUAIS SÃO OS FATORES RESPONSÁVEIS POR SEU COMPORTAMENTO? SÃO AS MOLÉCULAS? MAS ELAS EXISTEM DE FATO OU SÃO ESPECULAÇÕES, JÁ QUE NINGUÉM NUNCA AS OBSERVOU DE FORMA DIRETA? SE EXISTEM, O QUE HÁ ENTRE ELAS? AFINAL, A MATÉRIA É CONTÍNUA OU DESCONTÍNUA?

UM POUCO DE HISTÓRIA DA FÍSICA: APRESENTAR AS DIFICULDADES EM COMPREENDER A IDÉIA DE MATÉRIA NA HISTÓRIA, TEORIA DA CONTINUIDADE DA MATÉRIA E A CONCEPÇÃO INICIAL DE ÁTOMO; COMENTAR SOBRE OS PRIMEIROS CIENTISTAS A ESTUDAR E COMPREENDER O QUE DE FATO É A MATÉRIA, OS MODELOS ATÔMICOS, O MODELO CINÉTICO-MOLECULAR, A DESCOBERTA DO ELÉTRON POR MILLIKAN, EXISTÊNCIA DOS ÁTOMOS ATRAVÉS DA EXPLICAÇÃO DO MOVIMENTO BROWNIANO POR EINSTEIN; MÉSON-PÍ DE CESAR LATTES; A ANTI-MATÉRIA; OS QUARKS; LHC; A PRESSÃO DA LUZ E A OBSERVAÇÃO DE FLUTUAÇÕES ATÔMICAS COM O MICROSCÓPIO DE TUNELAMENTO.

VISÃO DA CIÊNCIA: DESCREVER OU COMENTAR SOBRE OS MEIOS E PROCEDIMENTOS UTILIZADOS ENTRE OS CIENTISTAS PARA INVESTIGAR A MATÉRIA DE FORMA INDIRETA COMO: A EXPERIÊNCIA DE RUTHERFORD; A RELAÇÃO MASSA-ENERGIA DE EINSTEIN; COMENTAR SOBRE OS ESTADOS DA MATÉRIA (SÓLIDO, LÍQUIDO, GASOSO, PLASMA, CONDENSADO DE BOSE-EINSTEIN, E A SUPOSTA TEORIA DO CONDENSADO FERMINÔNICO)

AS PROPRIEDADES DA MATÉRIA NO COTIDIANO: COMENTAR SOBRE SITUAÇÕES DO COTIDIANO COMO: UM MERGULHO NUMA BANHEIRA OU EM UMA PISCINA (IMPENETRABILIDADE); O PESO DOS COPOS (PONDERABILIDADE E MASSA); O AROMA SE ESPALHANDO NO ESPAÇO (MOBILIDADE E EXTENSÃO, E ETC).

APRESENTAÇÃO DE UM PROBLEMA ABERTO INSTIGADOR: DENTRE A ABORDAGEM DE INICIAÇÃO TEMÁTICA SOBRE A NATUREZA DA MATÉRIA, **APRESENTAR UM PROBLEMA ABERTO INSTIGADOR, A SER INVESTIGADO.** O PROBLEMA PODE SER ELABORADO PREVIAMENTE A DEMONSTRAÇÃO OU NO INÍCIO DA AULA.

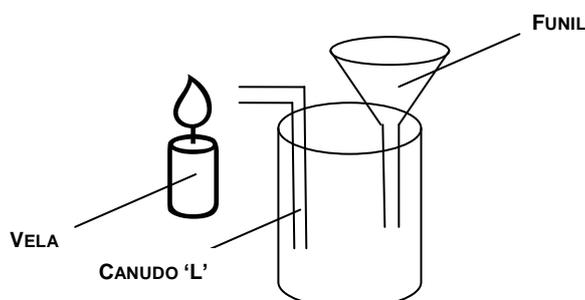
DISCUSSÃO PRÉVIA E TAREFAS LÓGICAS AOS ALUNOS: PROMOVER UMA DISCUSSÃO COM AS IDÉIAS INICIAIS DOS ALUNOS SOBRE O QUE É A MATÉRIA; SOLICITAR EM SEGUIDA QUE FAÇAM A '**AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA PARA DETECTAR AS CONCEPÇÕES DO ALUNO QUANTO: A NATUREZA DA MATÉRIA**' (O IDEAL É QUE SEJA FEITA NA AULA ANTERIOR), EXPONDO-OS SUAS IDÉIAS SOBRE POSSÍVEIS SITUAÇÕES QUE CERCAM O COMPORTAMENTO DA MATÉRIA, FAZENDO-OS DESCREVER ASPECTOS MACRO E MICROSCÓPICOS, SENDO REPRESENTADO POR DESENHOS (A SOLICITAÇÃO PODE SER FEITA NA AULA ANTERIOR, COMO ORGANIZADOR PRÉVIO DO NOVO CONTEÚDO).

- SITUAÇÃO 1 -

Um recipiente 'vazio' com uma entrada com funil para água e uma saída através de um canudo em forma de 'L'.

DOCENTE MEDIADOR

- PROBLEMA ABERTO INSTIGADOR -
Refletindo sobre o comportamento da matéria, diga o quais são as evidências de que o ar ocupa espaço e de que atua sobre o ambiente exercendo pressão?



CONSIDERE QUE O RECIPIENTE ESTEJA TAMPADO, ONDE AS ÚNICAS SAÍDAS SEJAM O FUNIL E O CANUDO.



DEMONSTRAÇÃO EXPERIMENTAL
INVESTIGATIVA

ORGANIZAR GRUPOS DE ALUNOS-INVESTIGADORES: SUGERIR A **FORMAÇÃO DE GRUPO** COM 8 ALUNOS-INVESTIGADORES (ALUNOS-CIENTISTAS) E **ESTABELECE**R SUAS **FUNÇÕES E ATIVIDADES** COMO: (1) DISCUTIR SOBRE O PROBLEMA PROPOSTO, POIS TODOS OS COMPONENTES DEVEM **COMPREENDER O PROBLEMA DA MESMA FORMA**, OU SEJA, TER UMA MESMA VISÃO PARA O PROBLEMA; (2) FORMULAR PREVISÕES E **REGISTRAR SUAS HIPÓTESES INDIVIDUALMENTE**, SEM A INTERFERÊNCIA DOS OUTROS COMPONENTES; (3) **OBSERVAR** CRITICAMENTE A REALIZAÇÃO DA DEMONSTRAÇÃO, **REGISTRANDO TUDO O QUE FOR DITO, VISTO E SENTIDO**; (4) **EXPLICAR** INDIVIDUALMENTE SOBRE O QUE FOI OBSERVADO, DE ACORDO SE SUA(S) HIPÓTESE(S) FOI OU NÃO VERIFICADA. TODA A EXPLICAÇÃO DEVE SER NO CONHECIMENTO DISPONÍVEL DO SENSO COMUM, NÃO PODENDO RECORRER A LIVROS OU OUTRA FONTE DE EXPLICAÇÃO. LEVAR EM CONSIDERAÇÃO SE OS PROCEDIMENTOS E MEIOS UTILIZADOS DURANTE A REALIZAÇÃO DA DEMONSTRAÇÃO INFLUENCIARAM NA VERIFICAÇÃO DAS HIPÓTESES, CASO HÁ RELEVÂNCIA, O ALUNO PODERÁ SOLICITAR QUE O PROFESSOR REALIZE NOVAMENTE A DEMONSTRAÇÃO; (5) DISCUTIR EM GRUPO, OUVIR CADA COMPONENTE SOBRE SUAS PREVISÕES/ OBSERVAÇÕES/ EXPLICAÇÕES VALORIZANDO SUA OPINIÃO. EM SEGUIDA, REFUTAR INCOERÊNCIAS ENTRE OS RELATOS INDIVIDUAIS E BUSCAR, DE FORMA CONSENSUAL, EXPRESSAR **A MELHOR SOLUÇÃO POSSÍVEL** PARA O PROBLEMA DO GRUPO; (6) DISCUTIR TODAS AS SOLUÇÕES DOS GRUPOS ENTRE SI, BUSCANDO ESTABELECER UMA **SOLUÇÃO CONSENSUAL DA CLASSE**; (7) DIZER QUE SERÁ APRESENTADO A CONCEPÇÃO DA CIÊNCIA PELO PROFESSOR SEMPRE NO FINAL DO CICLO INVESTIGATIVO, VISANDO CONFRONTAR COM A CONCEPÇÃO DA CLASSE, E COM ISSO PROMOVER CONFLITO COGNITIVO E AQUISIÇÃO SIGNIFICATIVA DOS CONCEITOS.

APRESENTAR A DEMONSTRAÇÃO: COMENTAR SOBRE OS MATERIAIS UTILIZADOS, ONDE OBTIVER, E SE POSSÍVEL, REALIZAR A MONTAGEM DA DEMONSTRAÇÃO EXPERIMENTAL; ESTABELECER OS CUIDADOS DE SEGURANÇA QUE DEVEM SER TOMADOS; EXPLICITAR COMO SERÃO OS PROCEDIMENTOS DE REALIZAÇÃO; INDAGAR SOBRE QUAIS AS CONDIÇÕES DO AMBIENTE QUE FAVORECEM OU ATRAPALHAM A REALIZAÇÃO DA MESMA, NO CASO, O VENTO É UM FATOR QUE PODE PREJUDICAR, POIS SE FOR VERIFICAR O AR QUE SAI DO RECIPIENTE UTILIZANDO A VELA, ISSO NÃO SERÁ OBSERVADO COM FACILIDADE; ELABORAR E APRESENTAR O **PROBLEMA ABERTO INSTIGADOR** A SER INVESTIGADO PELOS ALUNOS, CASO AINDA NÃO TENHA SIDO FEITO NA ETAPA ANTERIOR.

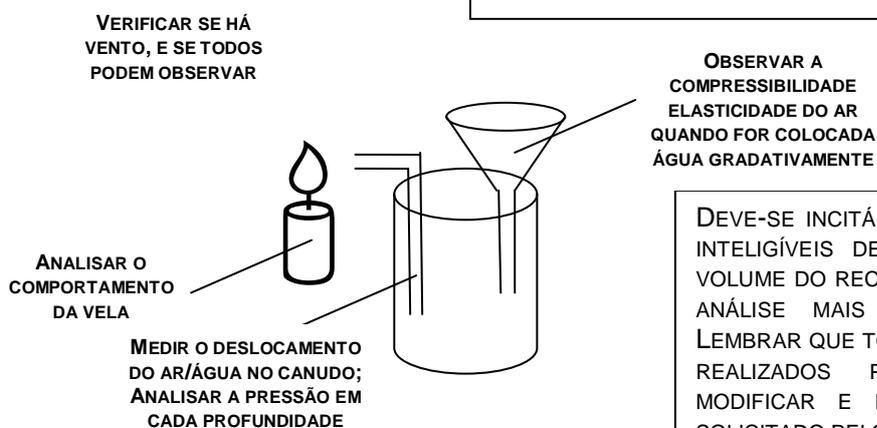
INTERMEDIAR DISCUSSÕES E FAZER PREVISÕES: REALIZAR UMA EXPOSIÇÃO DE INDAGAÇÕES ESPECULATIVAS QUANTO À NATUREZA DA MATÉRIA; FAVORECER UMA DISCUSSÃO ENTRE PROFESSOR-ALUNO E ALUNO-ALUNO; ESTIMULAR E VALORIZAR AS CONCEPÇÕES DOS ALUNOS NAS PREVISÕES, SEMPRE INCITANDO UMA EXPLICAÇÃO POR SUAS COLOCAÇÕES; SOLICITAR REGISTRO DE TODAS AS CONCEPÇÕES; INVESTIGAR E DISCUTIR TODAS AS HIPÓTESES LEVANTADAS. AO PROMOVER DISCUSSÕES ENTRE OS GRUPOS, COLOCAR PERGUNTAS INSTIGADORAS, SUPONDO SITUAÇÕES NOVAS OU A MESMA SITUAÇÃO SOB NOVA PERSPECTIVA. LEMBRAR QUE BUSCAR RESOLVER UM NOVO PROBLEMA INDICA SEGUIR EM UMA NOVA INVESTIGAÇÃO A SER REALIZADA.

DOCENTE EXPERIMENTAL

REALIZAR A DEI's ABERTA: FAZER A PRELEÇÃO DA DEMONSTRAÇÃO COM ENTONAÇÃO DA VOZ, E UM POUCO DE SUSPENSE; VERIFICAR SE TODOS ESTÃO AO ALCANCE DA OBSERVAÇÃO, OU SE MESMA ESTA BEM ILUMINADA, CASO CONTRÁRIO, DIVIDIR OS GRUPOS E REALIZAR DEMONSTRAÇÃO DUAS VEZES; REALIZAR A DEMONSTRAÇÃO COM PERFORMANCE, OU SEJA, ELEGÂNCIA E SEGURANÇA, DE MODO QUE TODOS POSSAM PERCEBER QUE HÁ DOMÍNIO DE QUEM APRESENTA E FAZÊ-LOS OBSERVAR OS DETALHES QUANTO AOS MEIOS E PROCEDIMENTOS; SOLICITAR A EXPOSIÇÃO DAS IDÉIAS DE ALGUNS ALUNOS AFIM DE PROMOVER O INTERESSES NOS GRUPOS E POR A PROVA SUAS CONVICÇÕES, ENVOLVENDO-OS AO REALIZAR A DEMONSTRAÇÃO E RECORRER AS SUAS HIPÓTESES LEVANTADAS; OS MEIOS E PROCEDIMENTOS DEVEM SER OBSERVADOS E DESCRITOS COMO PARTE DO RELATÓRIO NA INVESTIGAÇÃO, INCITANDO-OS BUSCAR POSSÍVEIS FATORES QUE POSSAM INFLUENCIAR POSITIVAMENTE/NEGATIVAMENTE NA REALIZAÇÃO DA DEMONSTRAÇÃO. DIANTE DISSO, É POSSÍVEL SOLICITAR MODIFICAÇÕES NA DEMONSTRAÇÃO E ASSIM, FAVORECER QUE COM OS ALUNOS ELABOREM NOVOS PROBLEMAS, OU SEJA, PROBLEMAS INVESTIGADORES A SEREM APROVEITADOS NO 2º CICLO INVESTIGATIVO; POSICIONAR-SE DE MODO QUE NÃO ATRAPALHE A VISUALIZAÇÃO; ACENDER E POSICIONAR A VELAS DE MODO QUE O ESPAÇAMENTO FAVOREÇA UM AQUECIMENTO UNIFORME NA BARRA; EVITAR QUE LOCAL TENHA VENTO.

OBSERVAR E INTERVIR: CADA ALUNO-INVESTIGADOR PODE INTERVIR, SOLICITANDO A REPETIÇÃO DA DEMONSTRAÇÃO COM PEQUENAS MODIFICAÇÕES NO PROCEDIMENTO PELO PROFESSOR; TODOS OS DETALHES DEVEM SER REGISTRADOS, TANTO OS ASPECTOS DO QUE SE VÊ, QUANTO AOS RELACIONADOS SENSações, REAÇÕES E ATITUDES DE COMPONENTES; CADA HIPÓTESE TEM QUE SER VERIFICADA E POSTERIORMENTE EXPLICADA DE FORMA INDIVIDUAL.

DETALHES TÉCNICOS



VERIFICAR SE HÁ VENTO, E SE TODOS PODEM OBSERVAR

OBSERVAR A COMPRESSIBILIDADE ELASTICIDADE DO AR QUANDO FOR COLOCADA ÁGUA GRADATIVAMENTE

ANALISAR O COMPORTAMENTO DA VELA

MEDIR O DESLOCAMENTO DO AR/ÁGUA NO CANUDO; ANALISAR A PRESSÃO EM CADA PROFUNDIDADE

DEVE-SE INCITÁ-LOS A DESCOBRIR PROCEDIMENTOS INTELIGÍVEIS DE SE OBTER COM PRECISÃO O VOLUME DO RECIPIENTE, CASO SEJA EXIGIDO UMA ANÁLISE MAIS CRITERIOSA E QUANTITATIVA. LEMBRAR QUE TODOS OS PROCEDIMENTOS SERÃO REALIZADOS PELO PROFESSOR, PODENDO MODIFICAR E REFAZER À MEDIDA QUE FOR SOLICITADO PELOS ALUNOS.

O VOLUME DO RECIPIENTE, A DENSIDADE DO AR, DA ÁGUA E DO ÓLEO (CASO UTILIZE EM OUTRO CICLO INVESTIGATIVO), O VOLUME COMPRIMIDO DO AR PELA ÁGUA, O PESO DO BALÃO COM O AR, A PRESSÃO ENVOLVIDA, SÃO DADOS TÉCNICOS QUE PODEM SER OBTIDOS COM UMA ANÁLISE QUANTITATIVA. EM CNTP TEMOS:

$$\rho_{ar} \approx 1,2928 \frac{kg}{m^3}; \rho_{Água} \approx 999,8395 \frac{kg}{m^3}; \rho_{Óleo} \approx 916 \frac{kg}{m^3}$$

DISCUTIR E COMPREENDER OS MECANISMOS E PROCEDIMENTOS: OS DETALHES TÉCNICOS DEVEM SER ABORDADOS DE FORMA CLARA AOS ALUNOS; INSTIGAR SE POSSÍVEIS MODIFICAÇÕES NOS MEIOS E PROCEDIMENTOS PODERIA INFLUENCIAR NA OBSERVAÇÃO, POIS UMA VISÃO MAIS DETALHADA FAVORECE A IMAGINAÇÃO E CRIATIVIDADE DOS ALUNOS, PODENDO FAZER QUE CRIEM NOVAS SITUAÇÕES A SEREM INVESTIGADAS NO 2º CICLO INVESTIGATIVO, NESSE CASO, É UM MOMENTO PROPÍCIO DE **APRESENTAR NOVOS APARATOS** QUE PODEM SER INTRODUZIDOS NA DEMONSTRAÇÃO EM OUTRO MOMENTO, ENTRE ELAS: (1) UMA MANGUEIRA TRANSPARENTE; (2) OUTRO RECIPIENTE PARA SUBMERGIR O FUNIL; (4) BALÃO PARA PESAR E VEDAR O FUNIL; (3) ÓLEO PARA COMPARAR COM OS EFEITOS DE COMPRESSIBILIDADE DA ÁGUA, E OUTRAS POSSÍVEIS SITUAÇÕES.

DOCENTE JUSTIFICADOR

VERIFICAR E DISCUTIR SOBRE AS PREVISÕES: VERIFICAR TODAS AS PREVISÕES E REFUTÁ-LAS, APRESENTANDO QUESTIONAMENTOS DIRECIONADORES PARA UMA SOLUÇÃO BASEADA EM CONCEPÇÕES CIENTÍFICAS; SENDO CONSTATADO OU NÃO A VERACIDADE DAS HIPÓTESES, SOLICITAR AS EXPLICAÇÕES DOS ALUNOS, INCENTIVANDO ANÁLISES DE NÍVEL MACROSCÓPICO E MICROSCÓPICO; INFLUENCIAR QUE OS GRUPOS ENTREM EM UM CONSENSO SOBRE AS MAIS PROVÁVEIS SOLUÇÕES, SEM IGNORAR AS CONCEPÇÕES INDIVIDUAIS LEVANTADAS.

CONCEPÇÃO DA CIÊNCIA VERSUS SOLUÇÃO DA CLASSE: CONFRONTAR AS CONCEPÇÕES DA CIÊNCIA COM AS CONCEPÇÕES DOS ALUNOS, APOIANDO-SE NO **MODELO CINÉTICO-MOLECULAR**; APRESENTAR AS HIPÓTESES DO MCM; IDENTIFICAR CONCEITOS NOS DISCURSOS DOS ALUNOS; APRESENTAR A DEFINIÇÃO DESSES CONCEITOS NÃO DE FORMA MECÂNICA E IMEDIATA PARA QUE ELE RECEBA, ACEITE E MEMORIZE, MAS SIM, QUE ELE ENTENDA, COMPREENDA E ACEITE DE FORMA LÓGICA, SEM IMPOSIÇÃO, UTILIZANDO A DEMONSTRAÇÃO INVESTIGATIVA COMO MEDIADORA NESSE PROCESSO; UTILIZAR A MEDIAÇÃO SEMIÓTICA NA APRESENTAÇÃO DE SIGNOS E INSTRUMENTOS QUE FAVOREÇA O CONVENCIMENTO DAS CONCEPÇÕES CIENTÍFICAS.

JUSTIFICAR POR EVIDÊNCIAS COM DEMONSTRAÇÕES E MODELOS EXPLICATIVOS AUXILIARES: FAZER REFERÊNCIA AO QUE FOI OBSERVADO, EXPLICANDO QUE DETALHES, OU REPETIR A DEMONSTRAÇÃO INVESTIGATIVA; UTILIZAR OUTRAS DEMONSTRAÇÕES SIMPLES QUE REVELE A 'NATUREZA DA MATÉRIA', NA INTENÇÃO DE SOLUCIONAR O PROBLEMA, EVIDENCIAR HIPÓTESES E JUSTIFICAR ERROS E ACERTOS NAS EXPLICAÇÕES INDIVIDUAIS NO GRUPO.

NESSE CASO, REPETINDO AS DEMONSTRAÇÕES ELAS DEIXAM DE SER INVESTIGATIVAS, PARA TER UM CARÁTER VERIFICATIVO DE CONVENCIMENTO. O PROCEDIMENTO VERIFICATIVO NÃO CONTRIBUI SIGNIFICATIVAMENTE NA (RE)CONSTRUÇÃO E AQUISIÇÃO DE CONCEITOS, MAS PODE SERVIR NA **CONSOLIDAÇÃO**.

O PROFESSOR PODE RECORRER A UM CONJUNTO DE OUTRAS DEMONSTRAÇÕES SIMPLES QUE VISEM VERIFICAR E CONVENCER OS ALUNOS, ONDE NA QUAL, EM OUTRA SITUAÇÃO, TAMBÉM PODEM SE TORNAR INVESTIGATIVAS. COMO SUGESTÕES, TÊM-SE:

(1) DEMONSTRAÇÃO - SERINGA COM AR, ÁGUA E ACETONA:

DESCRIÇÃO: PRESSIONANDO A SERINGA PODE-SE VERIFICAR A ELASTICIDADE DO AR E SUA FACILIDADE EM COMPRIMIR; COLOCANDO ÁGUA PERCEBE-SE UMA DIFICULDADE EM COMPRIMIR E FACILIDADE EM TRANSMITIR A COMPRESSÃO, SUPOSTAMENTE POR QUE AS MOLÉCULAS ESTÃO MAIS PRÓXIMAS UMAS DAS OUTRAS; AQUECENDO UM POUCO A ÁGUA, OU UTILIZANDO A ACETONA, PODE-SE VERIFICAR QUE UM CORPO PODE MUDAR DE FASE ATRAVÉS DA VARIAÇÃO DA PRESSÃO.

CONCEITOS E PRINCÍPIOS: PRESSÃO; DENSIDADE; PRINCÍPIO PASCAL.

(2) DEMONSTRAÇÃO - BALÃO COM AR E ÁGUA:

DESCRIÇÃO: UM BALÃO COM AR E OUTRO SEM AR REVELA QUE O AR TEM MASSA E PESO; É QUANDO SUBMERSO PODE EMERGIR, CARACTERIZANDO SUA DENSIDADE; O AR NO BALÃO OCUPA TODO O VOLUME DISPONÍVEL; UM BALÃO COM ÁGUA IMERSO NA ÁGUA TENDE AO EQUILÍBRIO DE SEU PESO COM O EMPUXO, POIS AS DENSIDADES SÃO PRATICAMENTE AS MESMAS.

CONCEITOS E PRINCÍPIOS: PRESSÃO; DENSIDADE; PRINCÍPIO PASCAL E ARQUIMEDES.

(3) DEMONSTRAÇÃO - DOIS COPOS DE TAMANHOS DIFERENTES, ISOPOR, ÁGUA E CANUDINHO:

DESCRIÇÃO: O COPO GRANDE PREENCHER COM ÁGUA, COLOCAR O ISOPOR SOBRE A ÁGUA, PRESSIONAR O COPO EMBARCADO LEVANDO ATÉ EMBAIXO; COLOCAR UM CANUDINHO DENTRO DO COPO, MANTENDO A OUTRA EXTREMIDADE DO CANUDO; LIBERAR O CANUDINHO E A ÁGUA ENTRARÁ NO COPO DEVIDO À DIFERENÇA DE PRESSÃO DAS MOLÉCULAS.

CONCEITOS E PRINCÍPIOS: PRESSÃO; DENSIDADE; PRINCÍPIO PASCAL, ARQUIMEDES, STEVIN

(4) DEMONSTRAÇÃO - LUDIÃO – GARRAFA PET, AMPOLA E ÁGUA:

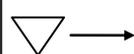
DESCRIÇÃO: ENCHER A GARRAFA DE ÁGUA, COLOCAR A AMPOLA EMBARCADA COM UMA QUANTIDADE RELATIVA DE ÁGUA NO INTERIOR DA GARRAFA, FECHAR A GARRAFA E PRESSIONAR A GARRAFA, CONTROLANDO ASSIM A SUA PRESSÃO E A MASSA NO INTERIOR DA AMPOLA, FAZENDO AFUNDAR E FLUTUAR AJUSTANDO O EMPUXO.

CONCEITOS E PRINCÍPIOS: PRESSÃO; VOLUME; PRINCÍPIO DE PASCAL; PRINCÍPIO DE ARQUIMEDES; E TEOREMA DE STEVIN.

DEMONSTRAÇÕES EXPERIMENTAIS INVESTIGATIVAS INVESTIGANDO AS PROPRIEDADES GERAIS DA MATÉRIA - II

2º CICLO INVESTIGATIVO

MAIOR AUTONOMIA DOS ALUNOS



DEMONSTRAÇÃO EXPERIMENTAL
INVESTIGATIVA MODIFICADA*

ESTRATÉGIA DEMONSTRATIVA POE*

PROBLEMATIZE!

INQUIETAÇÕES E
CURIOSIDADES

PREDIGA!

RESPOSTA ANTECIPADA.

OBSERVE!

REGISTRO DOS MEIOS E
PROCEDIMENTOS; VERIFICAR
A HIPÓTESE

EXPLIQUE!

EXPLICAR A VERIFICAÇÃO
DA HIPÓTESE

POSSÍVEIS PROBLEMAS INVESTIGADORES

1) SE AO COLOCAR A ÁGUA NO FUNIL FOR TAMPADO A SAÍDA DO CANUDINHO, A ÁGUA NO FUNIL IRÁ CAIR DENTRO DO RECIPIENTE?

2) O VOLUME OCUPADO PELO AR CONTINUA O MESMO?

3) DE QUE FORMA É POSSÍVEL CALCULAR A PRESSÃO DENTRO DO RECIPIENTE, CONSIDERANDO QUE O AR FOI COMPRIMIDO?

3) DESCONSIDERANDO A COMPRESSÃO DO AR, Ó QUE PODE-SE DIZER DA PRESSÃO NO INTERIOR DO RECIPIENTE?

4) CASO A ÁGUA NÃO ENTRE PELO RECIPIENTE, SE COLOCAR UM CANUDINHO ATRAVESSANDO O FUNIL ATÉ A PARTE INTERNA DO RECIPIENTE, ISSO IRÁ INFLUENCIAR NO COMPORTAMENTO DA ÁGUA NO FUNIL? POR QUÊ?

5) ADAPTANDO UMA MANGUEIRA AO FUNIL, E MERGULHANDO-O EM UM SEGUNDO RECIPIENTE COM ÁGUA, O QUE ACONTECERIA COM O AR A MEDIDA QUE AUMENTASSE A PROFUNDIDADE?

6) REPETINDO A MESMA SITUAÇÃO ANTERIOR, PORÉM FOSSE COLOCADO ÓLEO AO INVÉS DA ÁGUA;

7) E SE COLOCASSE UMA BEXIGA A TAMPAR O FUNIL, O QUE IRIA MUDAR?

8) SE VOCÊ OBSERVASSE UM ELEMENTO DE FLUIDO EM REPOUSO EM UMA MANGUEIRA NA POSIÇÃO VERTICAL, O QUE VOCÊ JUSTIFICARIA A CAUSA DESSE EQUILÍBRIO?

9) SE OS DOIS RECIPIENTES ESTIVESSEM COM ÁGUA, PORÉM COM A MANGUEIRA CHEIA DE AR, O QUE ACONTECERIA COM AR NA MANGUEIRA A MEDIDA EM

APARATOS SUGERIDOS: (1) ÓLEO; (2) OUTRO RECIPIENTE PARA IMERGIR O FUNIL, PODENDO SER FEITO COM UMA GARRAFA PET; (3) MANGUEIRA; (4) RECIPIENTE COM ÁGUA PARA A BARRA.

INSTIGAR: DURANTE AS DISCUSSÕES, REALIZAR QUESTIONAMENTOS DIRECIONADORES PARA A SOLUÇÃO; REALIZAR PERGUNTAS RELACIONADAS A NOVAS SITUAÇÕES, INSTIGANDO-OS A PENSAR EM SITUAÇÃO NOVA, E ASSIM FAZER COM QUE ELES FORMULEM PROBLEMAS INVESTIGATIVOS AUTÊNTICOS DE SUA INQUIETUDE.

MEDIAR: MEDIAR NOVAS DISCUSSÕES E FACILITAR O INTERCÂMBIO DE IDÉIAS ENTRE OS GRUPOS; FAZER COM QUE OS ALUNOS REALIZEM **PREVISÕES** DIANTE DA NOVA SITUAÇÃO PROPOSTA; QUESTIONAR AS INFORMAÇÕES COLOCANDO-OS EM DÚVIDA SOBRE SUAS AFIRMAÇÕES, PROCURANDO DESVENDAR EM QUAIS IDÉIAS SUSTENTAM SUAS CONCEPÇÕES.

EXPERIMENTAR: DEMONSTRAR E VERIFICAR AS PREVISÕES; SOLICITAR A **DESCRIÇÃO** DA DEMONSTRAÇÃO OBSERVADA PELOS GRUPOS DE ALUNOS.

JUSTIFICAR: PROMOVER A **DISCUSSÃO** ENTRE OS GRUPOS DE ALUNOS BUSCANDO A SOLUÇÃO DO(S) PROBLEMA(S); AS EXPLICAÇÕES NÃO SÃO A SOLUÇÃO DO PROBLEMA, POIS A SOLUÇÃO É CONSENSUAL DO GRUPO; OS GRUPOS DEVEM DISCUTIR SUAS SOLUÇÕES BUSCANDO UMA ÚNICA SOLUÇÃO, O PROFESSOR DEVE MEDIAR ESSE PROCESSO; O **MODELO CINÉTICO-MOLECULAR** DEVE ILUSTRAR O COMPORTAMENTO DAS PARTÍCULAS E JUSTIFICAR AS PROPRIEDADES DA MATÉRIA.

**CONJUNTO DE DEMONSTRAÇÕES INVESTIGANDO A TERMOLOGIA
COM O AUXÍLIO DO MODELO CINÉTICO-MOLECULAR**

**DEMONSTRAÇÕES EXPERIMENTAIS INVESTIGATIVAS
INVESTIGANDO OS CONCEITOS QUE ENVOLVEM A DILATAÇÃO TÉRMICA - I**

1º CICLO INVESTIGATIVO

CONTEÚDOS E COMPETÊNCIAS A SEREM TRABALHADAS (SUGESTIVO)						
NATUREZA DA MATÉRIA		MODELO CINÉTICO-MOLECULAR			DILATAÇÃO TÉRMICA	
PROPRIEDADES FÍSICAS		COMPETÊNCIAS – CBC DE QUÍMICA: SEE-MG/2008			COMPETÊNCIA DE ÁREA 6 - PCN	
AQUISIÇÃO DE CONCEITOS DA TERMOLOGIA						
CONCEITOS BÁSICOS					CONCEITOS ESPECÍFICOS DO	
ASPECTO MACROSCÓPICO			ASPECTO MICROSCÓPICO		CONTEÚDO	
NOÇÃO DE CALOR	NOÇÃO DE TEMPERATURA	DENSIDADE	VELOCIDADE DAS MOLÉCULAS	ENERGIA CINÉTICA DAS PARTÍCULAS	DILATAÇÃO TÉRMICA	COEFICIENTE DE DILATAÇÃO LINEAR
LEI(S) FÍSICA(S) A CONSTATAR		(1) LEI DA DILATAÇÃO TÉRMICA LINEAR , CONSEQÜENTEMENTE A (2) LEI DA DILATAÇÃO TÉRMICA SUPERFICIAL E (3) VOLUMÉTRICA.				

DOCENTE PLANEJADOR

OBJETIVO GERAL: FACILITAR A AQUISIÇÃO DE CONCEITOS TÉRMICOS ENVOLVIDOS NO FENÔMENO DA DILATAÇÃO TÉRMICA ATRAVÉS DE DEMONSTRAÇÕES INVESTIGATIVAS.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS: COMPREENDER A LEI DA DILATAÇÃO TÉRMICA; EXPLICAR AS CAUSAS DA DILATAÇÃO ATRAVÉS DO MODELO CINÉTICO-MOLECULAR; ASSOCIAR COM OS EFEITOS MACROSCÓPICOS OBSERVADOS; RELACIONAR ESSE FENÔMENO COM SITUAÇÕES DO COTIDIANO.

AÇÕES DOCENTES: ANALISAR PREVIAMENTE A TEMÁTICA PROCURANDO IDENTIFICAR OS CONCEITOS MAIS INCLUSIVOS; PREVER POSSÍVEIS RESPOSTAS RELACIONADAS AO CONHECIMENTO PRÉVIO DOS ALUNOS QUANTO À TEMÁTICA; IDENTIFICAR A FINALIDADE/PROPOSIÇÃO DA TEMÁTICA INERENTE AO CURRÍCULO DISCIPLINAR (HABILIDADES E COMPETÊNCIAS); DEFINIR A MELHOR MODALIDADE DE ENSINO (CONJUNTO DE TÉCNICAS) ASSOCIADA À ATIVIDADE DEMONSTRATIVA; ESCOLHER MODELOS FÍSICOS POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVOS; BUSCAR MECANISMOS DE INTERAÇÃO E INTERCÂMBIO DE IDÉIAS PARA UMA AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA DO CONHECIMENTO PRÉVIO DOS ALUNOS; ELABORAR PERGUNTAS, PROBLEMAS E QUESTIONAMENTOS DIRECIONADORES SOBRE O CONTEÚDO.

MATERIAIS UTILIZADOS: CANO DE ALUMÍNIO, VELAS, CANUDO, TRANSFERIDOR, ALFINETE, COLA, SUPORTES DE APOIO, TERMÔMETRO.

DESCRIÇÃO DA MONTAGEM E DA DEMONSTRAÇÃO: O AQUECIMENTO NA BARRA FARÁ COM QUE A AGITAÇÃO DAS MOLÉCULAS AUMENTE, E ASSIM AUMENTE O ESPAÇAMENTO ENTRE ELAS E ASSIM POSSIBILITAR A DILATAÇÃO TÉRMICA QUE SERÁ OBSERVADA ATRAVÉS DA DEFLEXÃO DE UM ÂNGULO BASEADO NO MOVIMENTO DE UM ALFINETE QUE APÓIA A BARRA. UM DOS LADOS DEVE ESTAR FIXO, FAZENDO COM QUE ELE A DILATAÇÃO SEJA EFETIVAMENTE OBSERVADA NO OUTRO LADO; A BARRA DEVE SER APOIADA EM UM ALFINETE ATRAVESSADA POR UM CANUDO (CERTIFICAR QUE ELES ESTEJAM GRUDADOS); O CANUDO DEVE ESTAR INICIALMENTE NA HORIZONTAL, NA FRENTE DO TRANSFERIDOR, PARA VERIFICAR A DEFLEXÃO DOS ÂNGULOS, E ASSIM, RELACIONAR COM A DILATAÇÃO; A BARRA DEVE DESLIZAR NA HORIZONTAL.

HABILIDADES DISCENTES: ASSOCIAR AS PROPRIEDADES DE MASSA, POROSIDADE E EXTENSÃO DA MATÉRIA; COMPREENDER A EXISTÊNCIA DE PARTÍCULAS EM MOVIMENTO CONTÍNUO NOS MATERIAIS; RECONHECER QUE PARTÍCULAS DIFERENTES SE COMPORTAM DIFERENTEMENTE, ASSOCIAR ESSE MOVIMENTO COM A ENERGIA TÉRMICA E COMPREENDER O EQUILÍBRIO TÉRMICO; E, CARACTERIZAR O MOVIMENTO DAS PARTÍCULAS, ALÉM DE UTILIZAR A LEI DA DILATAÇÃO TÉRMICA PARA INTERPRETAR SITUAÇÕES DO COTIDIANO.

DOCENTE INSTIGADOR

PERGUNTAS ESPECULATIVAS: INDAGAR OS ALUNOS COM PERGUNTAS CLARAS E ESPECÍFICAS, TIPO: O QUE VOCÊS ENTENDEM SOBRE TEMPERATURA? CALOR? DILATAÇÃO TÉRMICA? QUAL É A RELAÇÃO DESSES CONCEITOS COM O EFEITO DA DILATAÇÃO TÉRMICA DE UM CORPO?

SUGERE-SE TAMBÉM A ELABORAÇÃO DE PERGUNTAS ESPECULATIVAS DURANTE O DISCURSO DO CONTEXTO HISTÓRICO E EPISTEMOLÓGICO, VISANDO ESTIMULAR O INTERESSE E CURIOSIDADE DOS ALUNOS PELO ASSUNTO.

UM POUCO DE HISTÓRIA DA FÍSICA: APRESENTAR AS DIFICULDADES EM COMPREENDER A IDÉIA DE CALOR E TEMPERATURA NA HISTÓRIA, COM A SUPERAÇÃO DOS CONCEITOS DO FLOGÍSTICO E CALÓRICO; COMENTAR SOBRE OS PRIMEIROS CIENTISTAS A ESTUDAR E COMPREENDER O FENÔMENO DA DILATAÇÃO, DENTRE ELLES, WILLEM'S GRAVESANDE; COM RELAÇÃO AO MODELO CINÉTICO-MOLECULAR, CITAR A COMPROVAÇÃO INDIRETA DA EXISTÊNCIA DE PARTÍCULAS POR FILÓSOFOS E CIENTISTAS; E DE EXPERIÊNCIAS CLÁSSICAS, COMO O TERMOSCÓPIO DE GALILEU, A DESCOBERTA O ELÉTRON POR MILLIKAN, A EXPLICAÇÃO DO MOVIMENTO BROWNIANO POR EINSTEIN, ATÉ O MICROSCÓPIO DE TUNELAMENTO POR ENGENHEIROS DA IBM E OUTROS DISPOSITIVOS MAIS ATUAIS.

APLICAÇÕES DA DILATAÇÃO TÉRMICA NO COTIDIANO: COMENTAR SOBRE A DILATAÇÃO EM ORGANISMOS VIVOS DEVIDO A EFEITOS DO AQUECIMENTO DE UM CORPO; CITAR A IMPORTÂNCIA DA DILATAÇÃO TÉRMICA NAS CONSTRUÇÕES, COMO AS JUNTAS DE DILATAÇÃO EM VIADUTOS E PRÉDIOS, OU NOS TRILHOS FERROVIÁRIOS; A DILATAÇÃO DISCRETA EM PROCESSOS NATURAIS; APLICAÇÕES NA TECNOLOGIA E COTIDIANO, COMO NO FUNCIONAMENTO DO TERMÔMETRO DE MERCÚRIO; A DILATAÇÃO APARENTE EM FLUIDOS CONTIDOS EM RECIPIENTES; BUSCAR CURIOSIDADES DOS EFEITOS DA DILATAÇÃO.

É INTERESSANTE ABORDAR QUE O FENÔMENO DA DILATAÇÃO OCORRE PARA QUALQUER CORPO, EM QUALQUER ESTADO FÍSICO, E QUE TEM IMPLICAÇÕES DIRETAS NAS CONSTRUÇÕES, COMO JUNTAS DE DILATAÇÃO, DISPOSITIVOS ELÉTRICOS, TRILHOS FÉRREOS, FIOS ELÉTRICOS, E COM ISSO O HOMEM BUSCA SOLUCIONAR PROBLEMAS, AO TIRAR PROVEITO COM APLICAÇÕES, COMO O TERMÔMETRO BASEADO NA DILATAÇÃO DE UM FILAMENTO METÁLICO, OU SISTEMA DE IGNIÇÃO BASEADO NA VARIAÇÃO DE TEMPERATURA.

SITUAÇÃO DO COTIDIANO: “A DILATAÇÃO TÉRMICA EM TRILHOS DE TRENS”



FONTE: [HTTP://PORTALFISICAEMDB.BLOGSPOT](http://portalfisicaemdb.blogspot).

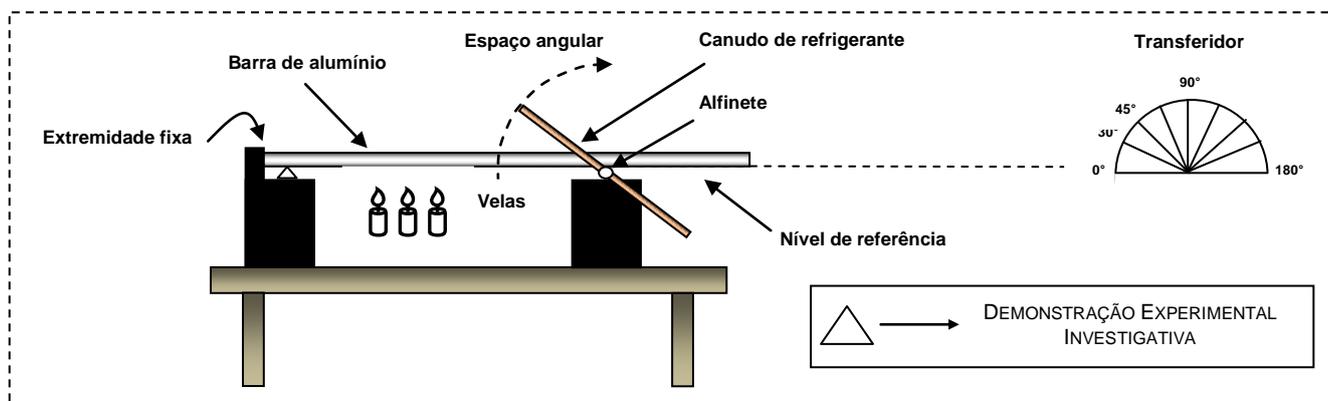
APRESENTAÇÃO DE UM PROBLEMA ABERTO INSTIGADOR: DENTRE A ABORDAGEM DE INICIAÇÃO TEMÁTICA SOBRE A DILATAÇÃO, SE HOUVER SUBSÍDIOS NECESSÁRIOS QUE FAÇA UMA CORRELAÇÃO COM A DEMONSTRAÇÃO, **APRESENTAR UM PROBLEMA ABERTO INSTIGADOR, A SER INVESTIGADO.** O PROBLEMA PODE SER ELABORADO PREVIAMENTE A DEMONSTRAÇÃO OU NO INÍCIO DA AULA.

DISCUSSÃO PRÉVIA E TAREFAS LÓGICAS AOS ALUNOS: SOLICITAR QUE OS ALUNOS FAÇAM UMA **AValiação DIAGNÓSTICA** ATRAVÉS DE UM EXERCÍCIO ESPECÍFICO, EXPONDO-OS SUAS CONCEPÇÕES SOBRE POSSÍVEIS SITUAÇÕES QUE CERCAM O FENÔMENO DA DILATAÇÃO, FAZENDO-OS DESCREVER ASPECTOS MACRO E MICROSCÓPICOS, SENDO REPRESENTADO POR DESENHOS (A SOLICITAÇÃO PODE SER FEITA NA AULA ANTERIOR, COMO ORGANIZADOR PRÉVIO DO NOVO CONTEÚDO).

- SITUAÇÃO 1 -
Uma barra metálica de alumínio
sendo aquecida e dilatada.

DOCENTE MEDIADOR

- PROBLEMA ABERTO INSTIGADOR -
Quais são os fatores que possibilitam
o fenômeno da dilatação térmica?



FONTE: BRAGA, MARCEL (2010).

ORGANIZAR GRUPOS DE ALUNOS-INVESTIGADORES: SUGERIR A **FORMAÇÃO DE GRUPO** COM 8 ALUNOS-INVESTIGADORES (ALUNOS-CIENTISTAS) E **ESTABELEÇER SUAS FUNÇÕES E ATIVIDADES** COMO: (1) **DISCUTIR** SOBRE O PROBLEMA PROPOSTO, POIS TODOS OS COMPONENTES DEVEM **COMPREENDER O PROBLEMA DA MESMA FORMA**, OU SEJA, TER UMA MESMA VISÃO PARA O PROBLEMA; (2) **FORMULAR PREVISÕES** E **REGISTRAR SUAS HIPÓTESES INDIVIDUALMENTE**, SEM A INTERFERÊNCIA DOS OUTROS COMPONENTES; (3) **OBSERVAR** CRITICAMENTE A REALIZAÇÃO DA DEMONSTRAÇÃO, **REGISTRANDO TUDO O QUE FOR DITO, VISTO E SENTIDO**; (4) **EXPLICAR** INDIVIDUALMENTE SOBRE O QUE FOI OBSERVADO, DE ACORDO SE SUA(S) HIPÓTESE(S) FOI OU NÃO VERIFICADA. TODA A EXPLICAÇÃO DEVE SER NO CONHECIMENTO DISPONÍVEL DO SENSO COMUM, NÃO PODENDO RECORRER A LIVROS OU OUTRA FONTE DE EXPLICAÇÃO. LEVAR EM CONSIDERAÇÃO SE OS PROCEDIMENTOS E MEIOS UTILIZADOS DURANTE A REALIZAÇÃO DA DEMONSTRAÇÃO INFLUENCIARAM NA VERIFICAÇÃO DAS HIPÓTESES, CASO HÁ RELEVÂNCIA, O ALUNO PODERÁ SOLICITAR QUE O PROFESSOR REALIZE NOVAMENTE A DEMONSTRAÇÃO; (5) **DISCUTIR EM GRUPO**, OUVIR CADA COMPONENTE SOBRE SUAS PREVISÕES/ OBSERVAÇÕES/ EXPLICAÇÕES VALORIZANDO SUA OPINIÃO. EM SEGUIDA, REFUTAR INCOERÊNCIAS ENTRE OS RELATOS INDIVIDUAIS E BUSCAR, DE FORMA CONSENSUAL, EXPRESSAR **A MELHOR SOLUÇÃO POSSÍVEL** PARA O PROBLEMA DO GRUPO; (6) **DISCUTIR** TODAS AS SOLUÇÕES DOS GRUPOS ENTRE SI, BUSCANDO ESTABELEÇER UMA **SOLUÇÃO CONSENSUAL DA CLASSE**; (7) **DIZER** QUE SERÁ APRESENTADO A CONCEPÇÃO DA CIÊNCIA PELO PROFESSOR SEMPRE NO FINAL DO CICLO INVESTIGATIVO, VISANDO CONFRONTAR COM A CONCEPÇÃO DA CLASSE, E COM ISSO PROMOVER CONFLITO COGNITIVO E AQUISIÇÃO SIGNIFICATIVA DOS CONCEITOS.

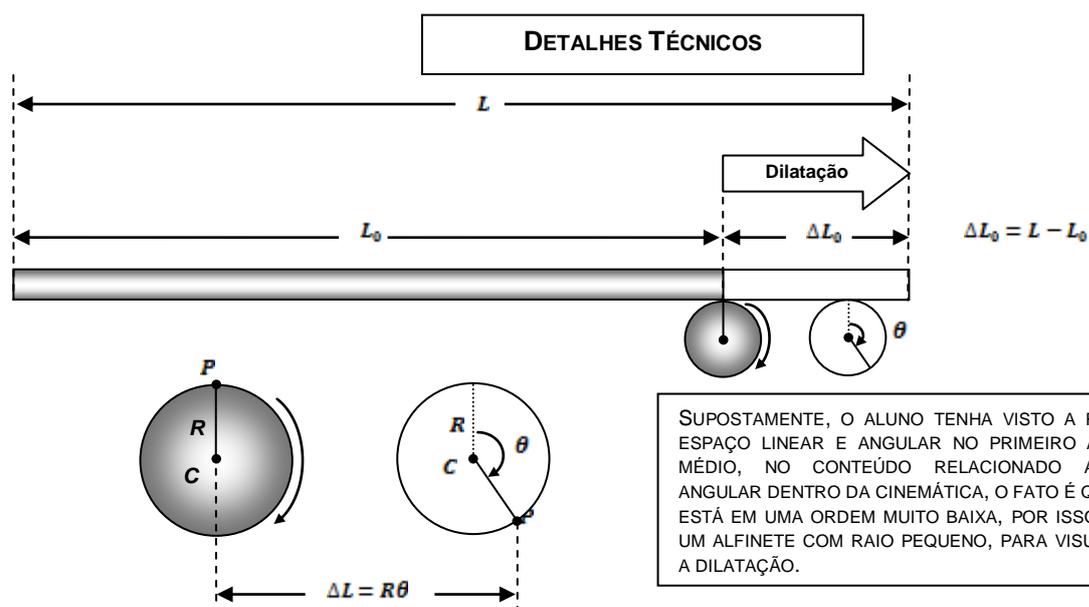
APRESENTAR A DEMONSTRAÇÃO: COMENTAR SOBRE OS MATERIAIS UTILIZADOS, ONDE OBTER, E SE POSSÍVEL, REALIZAR A MONTAGEM DA DEMONSTRAÇÃO EXPERIMENTAL; ESTABELEÇER OS CUIDADOS DE SEGURANÇA QUE DEVEM SER TOMADOS; EXPLICITAR COMO SERÃO OS PROCEDIMENTOS DE REALIZAÇÃO; INDAGAR SOBRE QUAIS AS CONDIÇÕES DO AMBIENTE QUE FAVORECEM OU ATRAPALHAM A REALIZAÇÃO DA MESMA, NO CASO, O VENTO É UM FATOR QUE PODE PREJUDICAR, POIS INFLUENCIA NO AQUECIMENTO DA BARRA, E COM ISSO, NA DILATAÇÃO DO MESMO; SE FOR O CASO, ELABORAR E APRESENTAR O PROBLEMA ABERTO.

INTERMEDIAR DISCUSSÕES E FAZER PREVISÕES: REALIZAR UMA EXPOSIÇÃO DE INDAGAÇÕES ESPECULATIVAS QUANTO AO FENÔMENO DA DILATAÇÃO TÉRMICA; FAVORECER UMA DISCUSSÃO ENTRE PROFESSOR-ALUNO E ALUNO-ALUNO; ESTIMULAR E VALORIZAR AS CONCEPÇÕES DOS ALUNOS NAS PREVISÕES, SEMPRE INCITANDO UMA EXPLICAÇÃO POR SUAS COLOCAÇÕES; SOLICITAR REGISTRO DE TODAS AS CONCEPÇÕES; INVESTIGAR E DISCUTIR TODAS AS HIPÓTESES LEVANTADAS.

DOCENTE EXPERIMENTAL

REALIZAR A DEIS ABERTA: FAZER A PRELEÇÃO DA DEMONSTRAÇÃO COM ENTONAÇÃO DA VOZ, E UM POUCO DE SUSPENSE; VERIFICAR SE TODOS ESTÃO AO ALCANCE DA OBSERVAÇÃO, OU SE MESMA ESTA BEM ILUMINADA, CASO CONTRÁRIO, DIVIDIR OS GRUPOS E REALIZAR DEMONSTRAÇÃO DUAS VEZES; REALIZAR A DEMONSTRAÇÃO COM PERFORMANCE, OU SEJA, ELEGÂNCIA E SEGURANÇA, DE MODO QUE TODOS POSSAM PERCEBER QUE HÁ DOMÍNIO DE QUEM APRESENTA E FAZÊ-LOS OBSERVAR OS DETALHES QUANTO AOS MEIOS E PROCEDIMENTOS; SOLICITAR A EXPOSIÇÃO DAS IDÉIAS DE ALGUNS ALUNOS AFIM DE PROMOVER O INTERESSES NOS GRUPOS E POR A PROVA SUAS CONVICÇÕES, ENVOLVENDO-OS AO REALIZAR A DEMONSTRAÇÃO E RECORRER AS SUAS HIPÓTESES LEVANTADAS; OS MEIOS E PROCEDIMENTOS DEVEM SER OBSERVADOS E DESCRITOS COMO PARTE DO RELATÓRIO NA INVESTIGAÇÃO, INCITANDO-OS BUSCAR POSSÍVEIS FATORES QUE POSSAM INFLUENCIAR POSITIVAMENTE/NEGATIVAMENTE NA REALIZAÇÃO DA DEMONSTRAÇÃO. DIANTE DISSO, É POSSÍVEL SOLICITAR MODIFICAÇÕES NA DEMONSTRAÇÃO E ASSIM, FAVORECER QUE COM OS ALUNOS ELABOREM NOVOS PROBLEMAS, OU SEJA, PROBLEMAS INVESTIGADORES A SEREM APROVEITADOS NO 2º CICLO INVESTIGATIVO; POSICIONAR-SE DE MODO QUE NÃO ATRAPALHE A VISUALIZAÇÃO; ACENDER E POSICIONAR A VELAS DE MODO QUE O ESPAÇAMENTO FAVOREÇA UM AQUECIMENTO UNIFORME NA BARRA; EVITAR QUE LOCAL TENHA VENTO.

OBSERVAR E INTERVIR: CADA ALUNO-INVESTIGADOR PODE INTERVIR, SOLICITANDO A REPETIÇÃO DA DEMONSTRAÇÃO COM PEQUENAS MODIFICAÇÕES NO PROCEDIMENTO PELO PROFESSOR; TODOS OS DETALHES DEVEM SER REGISTRADOS, TANTO OS ASPECTOS DO QUE SE VÊ, QUANTO AOS RELACIONADOS SENSações, REAÇÕES E ATITUDES DE COMPONENTES; CADA HIPÓTESE TEM QUE SER VERIFICADA E POSTERIORMENTE EXPLICADA DE FORMA INDIVIDUAL



FONTE: BRAGA, MARCEL (2010).

O COMPRIMENTO L_0 REPRESENTA A BARRA DE MAIOR TAMANHO, PORÉM, ESTÁ DISPONÍVEL OUTRA BARRA DE MESMO MATERIAL COM A METADE DESSE COMPRIMENTO, E O RAIOS R DO ALFINETE PODE SER TROCADO POR OUTROS OBJETOS COM RAIOS DIFERENTES, UM PREGO, POR EXEMPLO, E ISSO JÁ PODE SE TORNAR MAIS UMA SITUAÇÃO A SER INVESTIGADA.

$$L_0 = 1 \text{ m}; R = 0,6 \text{ mm}; \Delta L_0 = L - L_0; \alpha_{Al} \approx 2,4 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}; \alpha_{Cu} \approx 1,7 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}$$

DISCUTIR E COMPREENDER OS MECANISMOS E PROCEDIMENTOS: OS DETALHES TÉCNICOS DEVEM SER ABORDADOS DE FORMA CLARA AOS ALUNOS; INSTIGAR SE POSSÍVEIS MODIFICAÇÕES NOS MEIOS E PROCEDIMENTOS PODERIA INFLUENCIAR NA OBSERVAÇÃO, POIS UMA VISÃO MAIS DETALHADA FAVORECE A IMAGINAÇÃO E CRIATIVIDADE DOS ALUNOS, PODENDO FAZER QUE CRIEM NOVAS SITUAÇÕES A SEREM INVESTIGADAS NO 2º CICLO INVESTIGATIVO, NESSE CASO, É UM MOMENTO PROPÍCIO DE **APRESENTAR NOVOS APARATOS** QUE PODEM SER INTRODUZIDOS NA DEMONSTRAÇÃO EM OUTRO MOMENTO, ENTRE ELAS: (1) PESO BEM DEFINIDO COM FIO E PRESILHA A FIXAR TRANSVERSALMENTE A BARRA; (2) MOLA RÍGIDA A SER FIXADA LONGITUDINALMENTE A BARRA, TENDO SEU PRÓPRIO SUPORTE; (3) BASE DE APOIO INCLINADA PARA A BARRA; (4) RECIPIENTE COM ÁGUA PARA A BARRA.

DOCENTE JUSTIFICADOR

VERIFICAR E DISCUTIR SOBRE AS PREVISÕES: VERIFICAR TODAS AS PREVISÕES E REFUTÁ-LAS, APRESENTANDO QUESTIONAMENTOS DIRECIONADORES PARA UMA SOLUÇÃO BASEADA EM CONCEPÇÕES CIENTÍFICAS; SENDO CONSTATADO OU NÃO A VERACIDADE DAS HIPÓTESES, SOLICITAR AS EXPLICAÇÕES DOS ALUNOS, INCENTIVANDO A FATORES DE NÍVEL MACROSCÓPICO E MICROSCÓPICO; INFLUENCIAR QUE OS GRUPOS ENTREM EM UM CONSENSO SOBRE AS MAIS PROVÁVEIS SOLUÇÕES, SEM IGNORAR AS CONCEPÇÕES INDIVIDUAIS LEVANTADAS.

CONCEPÇÃO DA CIÊNCIA VERSUS SOLUÇÃO DA CLASSE: CONFRONTAR AS CONCEPÇÕES DA CIÊNCIA COM AS CONCEPÇÕES DOS ALUNOS; IDENTIFICAR CONCEITOS NOS DISCURSOS DOS ALUNOS; APRESENTAR A DEFINIÇÃO DESSES CONCEITOS NÃO DE FORMA MECÂNICA E IMEDIATA PARA QUE ELE RECEBA, ACEITE E MEMORIZE, MAS SIM, QUE ELE ENTENDA, COMPREENDA E ACEITE DE FORMA LÓGICA, SEM IMPOSIÇÃO, UTILIZANDO A DEMONSTRAÇÃO INVESTIGATIVA COMO MEDIADORA NESSE PROCESSO; UTILIZAR A MEDIAÇÃO SEMIÓTICA NA APRESENTAÇÃO DE SIGNOS E INSTRUMENTOS QUE FAVOREÇA O CONVENCIMENTO DAS CONCEPÇÕES CIENTÍFICAS; JUSTIFICAR A VISÃO DA CIÊNCIA POR EVIDÊNCIAS, EXEMPLOS E SITUAÇÕES EXPERIMENTAIS DA DEMONSTRAÇÃO.

JUSTIFICAR POR EVIDÊNCIAS COM DEMONSTRAÇÕES AUXILIARES E MODELOS EXPLICATIVOS: FAZER REFERÊNCIA AO QUE FOI OBSERVADO, EXPLICANDO QUE DETALHES, OU REPETIR A DEMONSTRAÇÃO INVESTIGATIVA; UTILIZAR OUTRAS DEMONSTRAÇÕES SIMPLES ENVOLVENDO DILATAÇÃO, NA INTENÇÃO DE SOLUCIONAR O PROBLEMA, EVIDENCIAR HIPÓTESES E JUSTIFICAR ERROS E ACERTOS NAS EXPLICAÇÕES INDIVIDUAIS.

(1) AS DEMONSTRAÇÕES AUXILIARES TÊM COMO FINALIDADE PRINCIPAL, CONVENCER E JUSTIFICAR O CONHECIMENTO CIENTÍFICO E SUAS SUPOSIÇÕES, ALÉM DISSO, CONTRIBUI NA INCITAÇÃO DO TEMA PARA OS ALUNOS, DESPERTANDO-OS A NOVAS SITUAÇÕES E CONTRIBUINDO A CORRELACIONAR O FENÔMENO DA DILATAÇÃO TÉRMICA COM O COTIDIANO; (2) A DIVERSIDADE DE SIGNOS ACARRETA MÚLTIPLOS SIGNIFICADOS, MOTIVANDO E ENRIQUECENDO O PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM; (3) APESAR DO CARÁTER ILUSTRATIVO/VERIFICATIVO DESSAS DEMONSTRAÇÕES, TODAS ELAS PODEM SER ELEVADAS A CATEGORIA DE INVESTIGAÇÃO, COM ISSO DEVERÁ SER FEITA UMA ANÁLISE MAIS CUIDADOSA DA DEMONSTRAÇÃO, BUSCANDO EXPLORAR AO MÁXIMO DAS CAUSAS E EFEITOS RELACIONADOS, OU SEJA, CONCEITOS E CONDIÇÕES DE FAVORECEM/DESFAVORECEM A REALIZAÇÃO/OBSERVAÇÃO DO FENÔMENO.

(1) DEMONSTRAÇÃO – DILATAÇÃO DE LÍQUIDOS EM UM TUBO DE ENSAIO COM ÁGUA COLORIDA

DESCRIÇÃO: AQUECENDO A ÁGUA COM CORANTE PODE-SE PERCEBER SUA DILATAÇÃO, OU SEJA, O DESNÍVEL DA ÁGUA, COM ISSO PODE-SE JUSTIFICAR QUE EXISTEM MOLÉCULAS E AO AQUECIDAS, OCUPAM UM MAIOR ESPAÇO E TENDEM A IR PARA O CAMINHO DISPONÍVEL MAIS FAVORÁVEL, ALÉM DE SUPOR QUE EXISTEM ESPAÇOS VAZIOS ENTRE ELAS.

CONCEITOS E PRINCÍPIOS: TEMPERATURA; ENERGIA TÉRMICA; VELOCIDADE MÉDIA DAS PARTÍCULAS; DENSIDADE; VOLUME; DILATAÇÃO; PRIMEIRA LEI DA TERMODINÂMICA.

(2) DEMONSTRAÇÃO - GRADUAÇÃO DE UM TERMÔMETRO DE MERCÚRIO ATRAVÉS DA DILATAÇÃO

DESCRIÇÃO: PARA A ESCALA CELSIUS, MARCAR A POSIÇÃO DA COLUNA DO MERCÚRIO EM ÁGUA COM GELO (1º PONTO FIXO) E DEPOIS EM ÁGUA EM EBULIÇÃO (2º PONTO FIXO), DEPOIS DIVIDIR EM 100 PARTES IGUAIS; PARA A ESCALA FAHRENHEIT, MARCAR O 1º PONTO FIXO PARA A COLUNA EM UMA MISTURA DE ÁGUA E SAL PICADO, E DEPOIS EM ÁGUA EM EBULIÇÃO, EM SEGUIDA DIVIDIR EM 180 PARTES IGUAIS.

CONCEITOS E PRINCÍPIOS: TEMPERATURA; ENERGIA TÉRMICA; VELOCIDADE MÉDIA DAS PARTÍCULAS; DENSIDADE; VOLUME; DILATAÇÃO; PRIMEIRA LEI DA TERMODINÂMICA.

(3) DEMONSTRAÇÃO – O EFEITO JOULE CAUSANDO UMA DILATAÇÃO EM UM FIO ELÉTRICO DE COBRE

DESCRIÇÃO: COLOQUE UM FIO DE COBRE SUBMETIDO A UMA CORRENTE ELÉTRICA EM UMA REDE COM TENSÃO DE ENTRADA DE 110 V, E DE SAÍDA DE 1 V. COLOCAR UM PESO NO FIO E OBSERVAR A DEFLEXÃO DO ÂNGULO FORMADO NO FIO CAUSADO PELO AQUECIMENTO. ISSO MOSTRA QUE OS ELÉTRONS LIVRES AQUECEM O FIO E DILATAM O MATERIAL QUE OS CONSTITUEM.

CONCEITOS E PRINCÍPIOS: TEMPERATURA; ELÉTRONS LIVRES; ENERGIA TÉRMICA; VELOCIDADE MÉDIA DAS PARTÍCULAS; CORRENTE ELÉTRICA; CAMPO ELÉTRICO; FORÇA ELÉTRICA; DENSIDADE; VOLUME; DILATAÇÃO; PRINCÍPIO DA ATRAÇÃO E REPULSÃO DAS CARGAS ELÉTRICAS; LEI COULOMB.

(4) DEMONSTRAÇÃO – O PAR TERMOELÉTRICO DILATANDO E PRODUZINDO CORRENTE ELÉTRICA

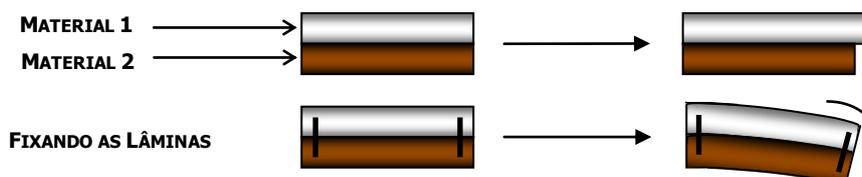
DESCRIÇÃO: COLOQUE O PAR TERMOELÉTRICO SUBMETIDO A FONTE TÉRMICA NO PONTO DE JUNÇÃO ENTRE DOIS METAIS DIFERENTES, LIGA-SE CADA EXTREMIDADE DA BARRA A UM AMPERÍMETRO E VERIFICA-SE A CORRENTE ELÉTRICA. ATRAVÉS DESSE PROCEDIMENTO PODE-SE CONSTRUIR UM TERMÔMETRO BASEADO NAS VARIAÇÕES DE CORRENTE ELÉTRICA.

CONCEITOS E PRINCÍPIOS: TEMPERATURA; ELÉTRONS LIVRES; ENERGIA TÉRMICA; VELOCIDADE MÉDIA DAS PARTÍCULAS; CORRENTE ELÉTRICA; CAMPO ELÉTRICO; FORÇA ELÉTRICA; DENSIDADE; VOLUME; DILATAÇÃO; PRINCÍPIO DA ATRAÇÃO E REPULSÃO DAS CARGAS ELÉTRICAS; LEI COULOMB.

(5) DEMONSTRAÇÃO – LAMINA BIMETÁLICA COM PAPEL DE CIGARRO

DESCRIÇÃO: UTILIZE O PAPEL DE CIGARRO, ONDE UMA FACE É METÁLICA, ACENDA UM FÓSFORO E QUEIME, VERIFIQUE QUE SEMPRE IRÁ SE CURVAR PAR O LADO QUE MENOS DILATA, OU SEJA, MATERIAIS DIFERENTES DILATAM DE FORMA DIFERENTE, POIS POSSUEM MOLÉCULAS DISTINTAS E O ESPAÇO ENTRE ELAS É DIFERENTE. EXISTEM TERMÔMETROS BASEADOS EM DISPOSITIVOS DE DILATAÇÃO DE LÂMINAS BIMETÁLICAS.

CONCEITOS E PRINCÍPIOS: TEMPERATURA; ENERGIA TÉRMICA; VELOCIDADE MÉDIA DAS PARTÍCULAS; DENSIDADE; VOLUME; DILATAÇÃO.



FONTE: BRAGA, MARCEL (2010).

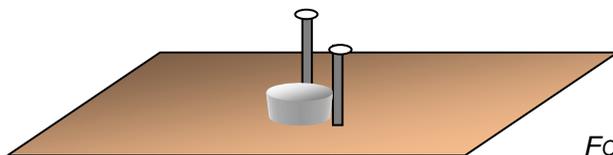
DESCRIÇÃO: CHAMA-SE BIMETAL UMA LÂMINA COMPOSTA DE DUAS FITAS DELGADAS, DE METAIS DIFERENTES, RIGIDAMENTE UNIDAS EM TODA A EXTENSÃO. COMO METAIS SÃO DIFERENTES, LOGICAMENTE, SEUS COEFICIENTES DE DILATAÇÃO LINEAR MÉDIOS TAMBÉM O SÃO; SUBMETENDO-SE UM BIMETAL A AQUECIMENTO, UMA DAS LÂMINAS TENDE A SE DILATAR MAIS DO QUE A OUTRA, MAS ELAS ESTÃO RIGIDAMENTE UNIDAS, NÃO PODENDO HAVER NEM DESLIZAMENTO DE UMA SOBRE A OUTRA; A ÚNICA FORMA POSSÍVEL PARA QUE UMA SE DILATE MAIS É ATRAVÉS DA *CURVATURA*, FICANDO COM MAIOR RAIOS A LÂMINA QUE TIVER MAIOR COMPRIMENTO. A LÂMINA BIMETÁLICA PODE SER VERIFICADA COM UM PAPEL DE DUAS FACES, DO TIPO QUE VEM EM ALGUMAS CARTEIRAS DE CIGARRO. OBSERVE QUE O LADO METÁLICO TENDE A DILATAR MAIS, COM ISSO ELE TENDE A CONTORCER PARA O LADO QUE MENOS DILATA, INDEPENDENTE DA POSIÇÃO EM QUE É AQUECIDA. **O QUE ACONTECERIA SE O CONJUNTO FOSSE ESFRIADO SIGNIFICATIVAMENTE?**

SUGESTÃO: CONHECENDO-SE A TEMPERATURA EM QUE AS DUAS FITAS METÁLICAS FORAM LIGADAS ENTRE SI, PODEMOS UTILIZAR A PROPRIEDADE DA CURVATURA PARA A *CONSTRUÇÃO DE UM TERMÔMETRO*. PARA A GRADUAÇÃO DA ESCALA DESSE TERMÔMETRO BIMETÁLICO, É AINDA NECESSÁRIO O CONHECIMENTO DO COEFICIENTE DE DILATAÇÃO LINEAR MÉDIO DO METAL DE CADA FITA, PARA QUE SE POSSA CALCULAR A TEMPERATURA A PARTIR DAS MEDIDAS DO COMPRIMENTO. EVIDENTEMENTE, O FENÔMENO DA *HISTERESE TÉRMICA* PREJUDICA O BOM FUNCIONAMENTO DE UM TERMÔMETRO DESSE TIPO; DEVE-SE REGULÁ-LO PERIODICAMENTE. PODE-SE UTILIZAR A LÂMINA BIMETÁLICA COM ALUMÍNIO E FERRO.

(6) DEMONSTRAÇÃO – ANEL DE GRAVESANDE COM UMA MOEDA, UMA BASE DE MADEIRA E DOIS PREGOS

DESCRIÇÃO: PREGUE DOIS PREGOS EM UMA BASE DE MADEIRA A PONTO DE QUE PASSE UMA MOEDA DE MODO SUFICIENTE, AQUEÇA A MOEDA COM UMA PINÇA E DEPOIS TENDE ATRAVESSAR OS PREGOS. VOCÊ IRÁ PERCEBER QUE A MOEDA DILATOU E NÃO CONSEGUIRÁ MAIS ATRAVESSAR OS PREGOS, E ISSO JUSTIFICA QUE A DILATAÇÃO NÃO OCORRE SOMENTE EM UMA DIMENSÃO.

CONCEITOS E PRINCÍPIOS: TEMPERATURA; ENERGIA TÉRMICA; VELOCIDADE MÉDIA DAS PARTÍCULAS; DENSIDADE; VOLUME; DILATAÇÃO.



FONTE: BRAGA, MARCEL (2010).

DESCRIÇÃO: COLOCA-SE O CORPO DE PROVA (MOEDA) DENTRO DO ANEL (NO CASO, ENTRE OS PREGOS) E DEVE-SE FIXAR OS PREGOS EM UMA BASE DE MADEIRA, A MODO QUE POSSIBILITE PASSAR UMA MOEDA, EM SEGUIDA, SEGURAR A MOEDA COM UMA PINÇA E AQUECER COM UMA VELA. APÓS ALGUNS SEGUNDOS, TENTAR PASSAR ENTRE OS PREGOS, ONDE NA QUAL SERÁ OBSERVADA A DIFICULDADE. ESSE FENÔMENO TEM MUITA APLICAÇÃO NO SETOR DE CONTROLE DE QUALIDADE EM INDÚSTRIAS.

DILATAÇÃO E AS PROPRIEDADES DA MATÉRIA: A BARRA METÁLICA É MASSA E O CALOR INFLUENCIA AS PARTÍCULAS EM MOVIMENTO; A BARRA POSSUI POROS, E O ESPAÇO VAZIOS ENTRE ELAS POSSIBILITA RELATIVO MOVIMENTO E PROVÁVEIS CHOQUES ENTRE ELAS; A BARRA É EXTENSA, APRESENTA FORMA BEM DEFINIDA E OCUPA VOLUME NO ESPAÇO; POSSUI PESO DE ACORDO COM AS CONDIÇÕES NATURAIS DA TERRA; E PODE OCUPAR ESPAÇOS DIFERENTES EM SITUAÇÕES DIFERENTES.

A DILATAÇÃO TÉRMICA E O MODELO MOLECULAR HORIZONTAL: SUPÕE-SE QUE A DILATAÇÃO SEJA CAUSADA PELO AUMENTO DA TEMPERATURA NA BARRA. NESSE CASO MODELO MOLECULAR MECÂNICO HORIZONTAL PODERÁ REPRODUZIR A NÍVEL MICROSCÓPICO, À MEDIDA QUE FOR AUMENTANDO A FREQUÊNCIA DO MOVIMENTO VIBRATÓRIO COM POTENCIÔMETRO, E ASSIM AS 'MOLÉCULAS' IRÃO SE AGITAR MAIS E SE AFASTAR UMA DAS OUTRAS, DESLOCANDO A PAREDE.

ESTRUTURAR E CONSOLIDAR OS CONCEITOS: ORGANIZAR DE FORMA HIERÁRQUICA TODOS OS CONCEITOS RELEVANTES ENVOLVIDOS NO FENÔMENO DA DILATAÇÃO TÉRMICA; REFAZER A DEMONSTRAÇÃO INVESTIGATIVA BUSCANDO JUSTIFICAR E IDENTIFICAR OS CONCEITOS NOS PROCESSOS; ESTRUTURAR OS CONCEITOS BUSCANDO FORMULAR AS LEIS E PRINCÍPIOS, NO CASO, IDENTIFICAR QUE A **LEI DA DILATAÇÃO TÉRMICA** DEPENDE DO TIPO DE MATERIAL (COEFICIENTE DE DILATAÇÃO), COMPRIMENTO INICIAL DA BARRA METÁLICA E DA FONTE TÉRMICA (VARIAÇÃO DE TEMPERATURA), PARA ISSO, NO ENTANTO, SERÁ NECESSÁRIA UMA NOVA SÉRIE DE DEMONSTRAÇÕES UTILIZANDO QUESTIONAMENTOS E TENTATIVAS EXPERIMENTAIS, REFAZENDO OUTROS CICLOS INVESTIGATIVOS NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DE FÍSICA.

DEMONSTRAÇÕES EXPERIMENTAIS SIGNIFICATIVAS POR INVESTIGAÇÃO - AULA 12 INVESTIGANDO OS CONCEITOS QUE ENVOLVEM A DILATAÇÃO TÉRMICA - II

2º CICLO INVESTIGATIVO

MAIOR AUTONOMIA DOS ALUNOS



DEMONSTRAÇÃO EXPERIMENTAL SIGNIFICATIVA
POR INVESTIGAÇÃO MODIFICADA*

ESTRATÉGIA DEMONSTRATIVA POE*

PROBLEMATIZE!

INQUIETAÇÕES E
CURIOSIDADES

PREDIGA!

RESPOSTA ANTECIPADA.

OBSERVE!

REGISTRO DOS MEIOS E
PROCEDIMENTOS; VERIFICAR
A HIPÓTESE

EXPLIQUE!

EXPLICAR A VERIFICAÇÃO
DA HIPÓTESE

POSSÍVEIS PROBLEMAS INVESTIGADORES

- 1) DE QUANTO SERÁ O ÂNGULO DE DEFLEXÃO SE A BARRA ESTIVER LIVRE NAS DUAS EXTREMIDADES?
- 2) A TEMPERATURA DA BARRA É A MESMA EM TODOS OS PONTOS?
- 3) EXISTE UMA DILATAÇÃO MÁXIMA? DE QUANTO SERIA?
- 4) SE A BARRA ESTIVER **INCLINADA**, A GRAVIDADE INFLUENCIA NA DILATAÇÃO?
- 5) SE DOBRAR A FONTE TÉRMICA (NÚMERO DE VELAS) IRÁ DOBRAR A DILATAÇÃO OU O ÂNGULO DE DEFLEXÃO?
- 6) A POSIÇÃO DAS VELAS INFLUENCIA NA DILATAÇÃO?
- 7) SE AS DUAS EXTREMIDADES ESTIVEREM FIXAS, OCORRERÁ DILATAÇÃO? COMO SERIA?
- 8) SE A BARRA ESTIVER SENDO PERCORRIDA POR UMA **CORRENTE ELÉTRICA**, SE FOR AQUECIDA COM VELAS, ESSE ASPECTO IRÁ INFLUENCIAR NA DILATAÇÃO?
- 9) A BARRA DILATA EM TODAS AS SUAS DIMENSÕES?

APARATOS SUGERIDOS: PESO BEM DEFINIDO COM FIO E PRESILHA; (2) MOLA RÍGIDA COM SEU PRÓPRIO SUPORTE; (3) BASE DE APOIO INCLINADA PARA A BARRA.

INSTIGAR: INSTIGAR E INCITAR OS ALUNOS A **PROBLEMATIZAREM**, FAZENDO-OS PENSAR EM UMA FORMA DIFERENTE DE REALIZAR A DEMONSTRAÇÃO; APRESENTAR OUTROS APARATOS QUE PODEM SER UTILIZADOS, E ASSIM FAVORECER A IMAGINAÇÃO DOS ALUNOS; ANALISAR A MESMA DEMONSTRAÇÃO, PORÉM FOCAR O PROBLEMA EM UMA NOVA SITUAÇÃO.

MEDIAR: MEDIAR NOVAS DISCUSSÕES E FACILITAR O INTERCÂMBIO DE IDÉIAS ENTRE OS GRUPOS; FAZER COM QUE OS ALUNOS REALIZEM **PREVISÕES** DIANTE DA NOVA SITUAÇÃO PROPOSTA; QUESTIONAR AS INFORMAÇÕES COLOCANDO-OS EM DÚVIDA SOBRE SUAS AFIRMAÇÕES, PROCURANDO DESVENDAR EM QUAIS IDÉIAS SUSTENTAM SUAS CONCEPÇÕES; DIRECIONAR A DISCUSSÃO RUMO A SOLUÇÃO DO PROBLEMA EM BASES DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO.

EXPERIMENTAR: DEMONSTRAR E VERIFICAR AS PREVISÕES; SOLICITAR A **DESCRIÇÃO** DA DEMONSTRAÇÃO OBSERVADA PELOS GRUPOS DE ALUNOS.

JUSTIFICAR: PROMOVER A **DISCUSSÃO** ENTRE OS GRUPOS DE ALUNOS BUSCANDO A SOLUÇÃO DO(S) PROBLEMA(S); AS EXPLICAÇÕES NÃO SÃO A SOLUÇÃO DO PROBLEMA, POIS A SOLUÇÃO É CONSENSUAL DO GRUPO; OS GRUPOS DEVEM DISCUTIR SUAS SOLUÇÕES BUSCANDO UMA ÚNICA SOLUÇÃO, O PROFESSOR DEVE MEDIAR ESSE PROCESSO; O PROFESSOR DEVE JUSTIFICAR UMA EXPLICAÇÃO FENOMENOLÓGICA POR CONVENCIMENTO E EVIDÊNCIAS DENTRO DA CONCEPÇÃO DA CIÊNCIA.

PROBLEMATIZAR, QUESTIONAR E DESAFIAR: APRESENTAR A CIÊNCIA COMO CONSTRUÇÃO INACABADA E CONTÍNUA; PROBLEMATIZAR SITUAÇÕES REAIS DO COTIDIANO DE FORMA QUANTITATIVA; SUGERIR A DEDUÇÃO MATEMÁTICA DE OUTROS CONCEITOS, ENFATIZANDO A IMPORTÂNCIA DE SEU PAPEL NAS INVESTIGAÇÕES; PROPOR PEQUENAS PESQUISAS, APROFUNDANDO O ASSUNTO TRABALHADO E FAZER PONTE COGNITIVA COM O PRÓXIMO CONTEÚDO.

AS DEI'S COM UMA ABORDAGEM MAIS QUANTITATIVA

SUGESTÕES DE NOVOS CICLOS INVESTIGATIVOS

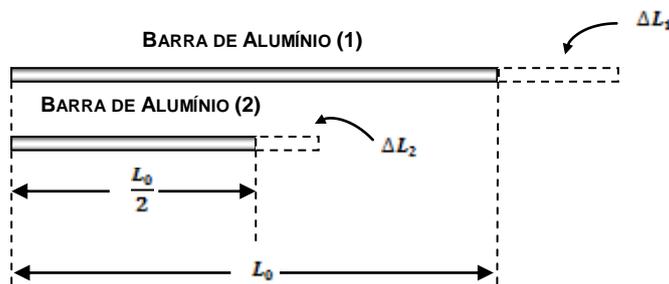
$$\Delta L = \alpha \cdot L_0 \cdot \Delta T$$

DEDUZINDO A **LEI DA DILATAÇÃO TÉRMICA LINEAR** EM BARRAS METÁLICAS ATRAVÉS DE DEMONSTRAÇÕES INVESTIGATIVAS

DEI's – A DILATAÇÃO TÉRMICA DEPENDE DO COMPRIMENTO DAS BARRAS?

- SITUAÇÃO 2 –
- i. DUAS BARRAS DE MESMO MATERIAL
 - ii. FONTES TÉRMICAS EQUIVALENTES
 - iii. **DIFERENTES COMPRIMENTOS**

– PROBLEMA ABERTO INSTIGADOR 2 –
 AO AQUECER DE FORMA EQUIVALENTE DUAS BARRAS DE MESMO MATERIAL, COM COMPRIMENTOS INICIAIS DIFERENTES, AS DILATAÇÕES DAS BARRAS SERÃO IGUAIS?



CONCLUSÃO SOBRE O PROBLEMA

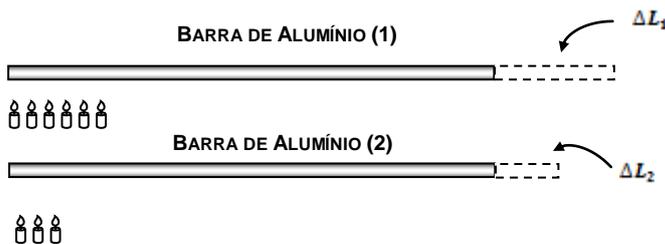
$\Delta L_1 > \Delta L_2$

DEPENDE DO COMPRIMENTO INICIAL ($\Delta L \propto L_0$)

DEI's – A DILATAÇÃO EM BARRAS IGUAIS DEPENDE DA FONTE TÉRMICA?

- SITUAÇÃO 3 –
- i. BARRAS DE MESMO MATERIAL
 - ii. **FONTE TÉRMICA DIFERENTES**
 - iii. MESMOS COMPRIMENTOS

– PROBLEMA ABERTO INSTIGADOR 3 –
 AO AQUECER SOB FONTES TÉRMICAS DIFERENTES DUAS BARRAS DE MESMO MATERIAL E COMPRIMENTOS, AS DILATAÇÕES DAS BARRAS SERÃO IGUAIS?



CONCLUSÃO SOBRE O PROBLEMA

$\Delta L_1 > \Delta L_2$

DEPENDE DA VARIAÇÃO DE TEMPERATURA ($\Delta L \propto \Delta T$)

DEI's – A DILATAÇÃO TÉRMICA DEPENDE DA NATUREZA DAS BARRAS?

- SITUAÇÃO 4 –
- i. **BARRAS DE MATERIAIS DIFERENTES**
 - ii. FONTES TÉRMICAS EQUIVALENTES
 - iii. MESMOS COMPRIMENTOS

– PROBLEMA ABERTO INSTIGADOR 4 –
 AO AQUECER DE FORMA EQUIVALENTE DUAS BARRAS METÁLICAS DE MATERIAIS DIFERENTES, MESMOS COMPRIMENTOS INICIAIS, AS DILATAÇÕES DAS BARRAS SERÃO IGUAIS?

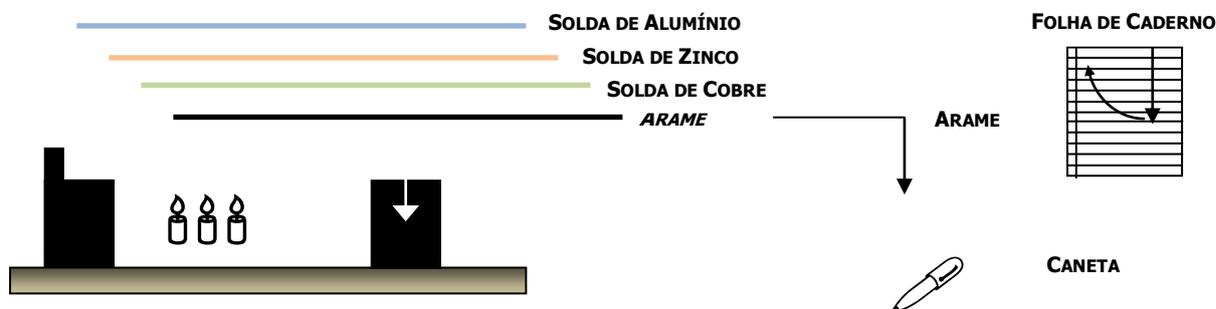


CONCLUSÃO SOBRE O PROBLEMA

$\Delta L_1 > \Delta L_2$

DEPENDE DO TIPO DE MATERIAL ($\Delta L \propto \alpha$)

**DEMONSTRAÇÃO EXPERIMENTAL POR INVESTIGAÇÃO
– A DILATAÇÃO TÉRMICA LINEAR UTILIZANDO MATERIAIS MAIS SIMPLES –**



FONTE: BRAGA, MARCEL (2010).

CONSIDERAÇÕES: SE TORNA MAIS SIMPLES POR UTILIZAR APENAS ARAME E VELA PARA REALIZAR, PODENDO UTILIZAR OUTROS TIPOS DE METAIS, E SUBSTITUINDO O CONJUNTO CANUDO/ALFINETE/TRANSFERIDOR POR UM PEDAÇO DE ARAME/PAPEL/CANETA, PARA ANALISAR OS ÂNGULOS DE DEFLEXÕES, ONDE NA QUAL O PAPEL É COLOCADO POR TRÁS DO ARAME QUE FAZ A DEFLEXÃO, A CANETA SERIA PARA MARCAR OS PONTOS E POSTERIORMENTE DETERMINAR OS ÂNGULOS COM UM POUCO DE CONHECIMENTO DE GEOMETRIA.

SUGESTÃO: A DEDUÇÃO DA LEI DA DILATAÇÃO TÉRMICA PODE SER FEITA DE DUAS MANEIRAS:

- (1) ATRAVÉS DE GRÁFICOS, ONDE A LINEARIDADE INDICARÁ A PROPORCIONALIDADE ENTRE AS GRANDEZAS. NO CASO $\Delta L \propto L_0$; $\Delta L \propto \alpha$; $\Delta L \propto \Delta T$. COM ISSO, É SUGESTIVO O MODELO INICIAL EM QUE SE UTILIZAM INSTRUMENTOS DE MEDIDA (TRANSFERIDOR E TERMÔMETRO), SOLICITAR QUE OS ALUNOS REGISTREM OS VALORES PARA ANÁLISE MATEMÁTICA.
- (2) OUTRA POSSIBILIDADE É DEDUZIR ATRAVÉS DE ANÁLISE DIMENSIONAL:

GRANDEZA DE BASE	DIMENSÃO
COMPRIMENTO	L
MASSA	M
TEMPO	T
CORRENTE ELÉTRICA	I
TEMPERATURA TERMODINÂMICA	Θ
QUANTIDADE DE MATÉRIA	N
INTENSIDADE LUMINOSA	J

$$\text{ONDE: DIM } G = [G] = L^{\alpha} M^{\beta} T^{\gamma} I^{\delta} \Theta^{\epsilon} N^{\zeta} J^{\eta}$$

OS EXPOENTES $\alpha, \beta, \gamma, \dots, \eta$ SÃO CHAMADOS DE *EXPOENTES DIMENSIONAIS*.

$$\Delta L \propto L_0^a \alpha^b \Delta T^c$$

$$[\Delta L] = [L_0]^a [\alpha]^b [\Delta T]^c$$

$$L^1 \Theta^0 = L^a [\alpha]^b \Theta^c$$

$$[\alpha]^b = \Theta^0 \Theta^{-c} = \Theta^{-c}$$

$$a = 1; b = -1; c = 1$$

$$\therefore \Delta L = L_0 \alpha \Delta T$$

DEDUZINDO A LEI DA DILATAÇÃO TÉRMICA LINEAR, PODE-SE DEMONSTRAR A LEI DA DILATAÇÃO SUPERFICIAL E VOLUMÉTRICA, BASTANDO MULTIPLICAR A DILATAÇÃO NAS DIMENSÕES E DESPREZANDO VALORES ÍNFIMOS.

07 – OUTROS MATERIAIS DE APOIO ÀS DEMONSTRAÇÕES

1 – AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA PARA DETECTAR AS CONCEPÇÕES DOS ALUNOS QUANTO AO:



MODELO CINÉTICO-MOLECULAR

BASEADO NO MÓDULO DIDÁTICO DE QUÍMICA Nº 15 – MODELO CINÉTICO-MOLECULAR,
DO CENTRO DE REFERÊNCIA VIRTUAL DO PROFESSOR

Atividade em Grupo: critérios para identificar os estados físicos dos materiais.

Nesta atividade você irá discutir com o seu grupo sobre a identificação dos estados físicos de diversos materiais.

Lidar com os materiais em diferentes estados físicos faz parte da nossa experiência diária, isto é, todas as pessoas, de um modo geral, conseguem distinguir os materiais sólidos dos líquidos e dos gases. Pense sobre isso e faça uma lista dos critérios que você utiliza para identificar os estados sólido, líquido e gasoso dos materiais.

Após a discussão do grupo, registre numa tabela como a seguinte, os critérios que vocês utilizaram para identificar os estados físicos dos materiais.

Critérios para o estado sólido	Critérios para o estado líquido	Critérios para o estado gasoso

Indique os estados físicos dos materiais da tabela, informando os critérios que vocês escolheram na questão anterior.

Materiais	Critérios usados para definir o estado físico	Estado físico
Areia		
Algodão		
Gelatina		
Creme dental		

DISCUTA COM SEU GRUPO E RESPONDA:

Os critérios que vocês escolheram foram adequados para definir o estado físico da areia, do algodão, da gelatina e do creme dental? Explique.

RESPOSTA:.....
.....

O que são moléculas?

RESPOSTA:.....
.....

Como vocês acham que as moléculas estão se comportando em cada caso?

RESPOSTA:.....
.....

As partículas interagem entre si? De que forma vocês acham que elas isso?

RESPOSTA:.....
.....

O que existe entre as partículas?

RESPOSTA:.....
.....

Como vocês definem espaço vazio?

RESPOSTA:.....
.....

Qual idéia que vocês têm de temperatura e calor?

RESPOSTA:.....
.....

Como vocês podem definir a nível microscópico o conceito de temperatura?

RESPOSTA:.....
.....

Como vocês podem definir a nível microscópico o conceito de pressão?

RESPOSTA:.....
.....

Como vocês podem definir a nível microscópico o conceito de volume?

RESPOSTA:.....
.....

Como vocês podem definir a nível microscópico o conceito de calor?

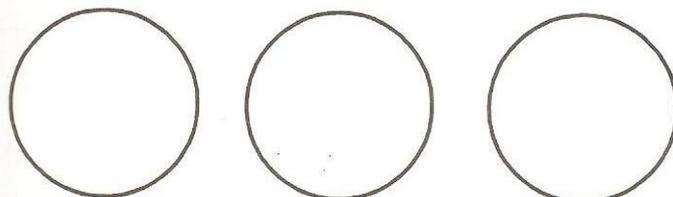
RESPOSTA:.....
.....

2 – AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA PARA DETECTAR AS CONCEPÇÕES DOS ALUNOS QUANTO A:

**NATUREZA DA MATÉRIA**

BASEADO NO LIVRO DE LAHERA & FORTEZA (2006),
"CIÊNCIAS FÍSICAS NO ENSINO FUNDAMENTAL E MÉDIO".

1. O gelo sólido, a água líquida e o vapor da água são a mesma substância. Faça, em cada caso, um desenho de como lhe parece que são *por dentro*.



Gelo

Água

Vapor

RESPOSTA:

.....

2. Imagine você com um filete de papel e ir cortando com uma tesoura sempre a metade, e descartando a outra metade. Quantas vezes serão possíveis repetir esse processo?

RESPOSTA:

.....

3. A água quente e a água fria são água. Explique como você imagina que se diferenciam *por dentro*.

RESPOSTA:

.....

4. Enche-se uma bexiga que é deixada ao relento em uma noite fria. *Interprete* o que acontece.

RESPOSTA:

.....

5. Você tem um frasco de perfume, destampado. Você pode perceber o cheiro à distância. *Como é possível?*

RESPOSTA:

.....

6. O que acontece com o ar que está na seringa quando se puxa o êmbolo? Complete o desenho.



RESPOSTA:

.....

7. Que *produto* se obtém? Explique com palavras, do seu modo.

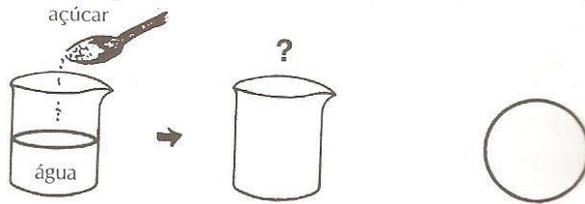


RESPOSTA:

.....

8. Em cada caso você deve explicar o que acontece. Deve também completar o desenho marcado com ? e, no círculo, desenhar como é o produto por dentro. (Você pode utilizar lápis ou canetas esferográficas coloridas.)

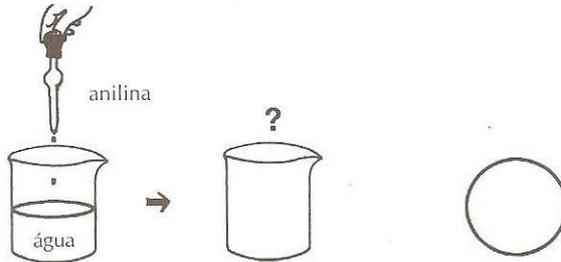
CASO 1



RESPOSTA:

.....

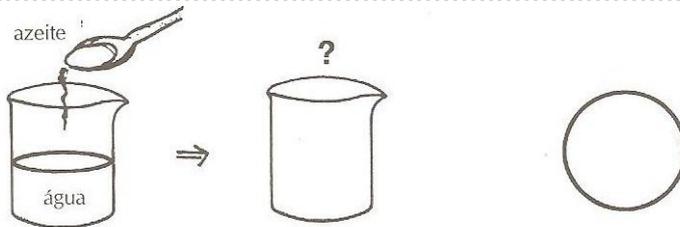
CASO 2



RESPOSTA:

.....

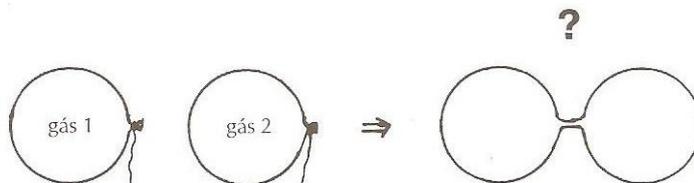
CASO 3



RESPOSTA:

.....

CASO 4



RESPOSTA:

.....

9. Misturamos, agitando depois, um litro de cascalho (pedra triturada) com um litro de areia bem fina. 1) Variou a massa? 2) Variou o volume?

RESPOSTA:

- 1).....
2)

9. Coloca-se uma colher de açúcar em um copo de água e se agita com a colher até que se dissolva totalmente. Entre as possibilidades indicadas, marque sua opção com X.

1. A massa do produto resultante é, em relação à soma da massa de açúcar e de água:

- Igual
Maior
Menor
Outra resposta. Especificar

2. O volume do produto resultante é, em relação à soma do volume de açúcar e de água:

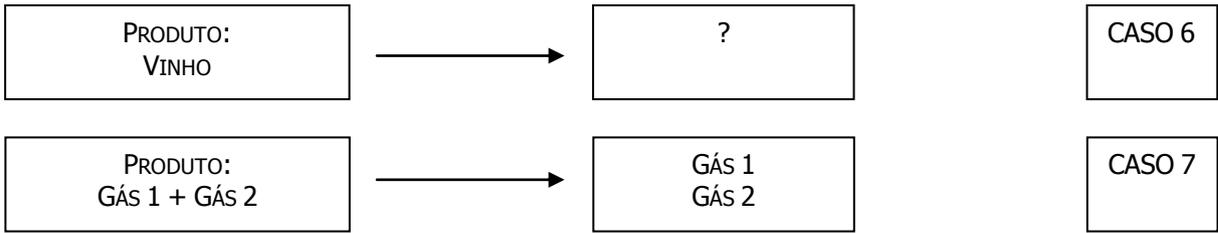
- Igual
Maior
Menor
Outra resposta. Especificar

11. Acrescentam-se 50 centímetros cúbicos ($\text{cm}^3 = \text{cc}$) de álcool etanol a 70 cc de água. O volume do produto resultante é (marque sua opção com X)

- MAIS DE 120 cc
MENOS DE 120 cc
OUTRA RESPOSTA. Especificar

12. Até aqui *unimos* substâncias. Agora queremos agir ao contrário, *separando* substâncias de um determinado produto. Em cada caso, responda o que você pensa fazer.

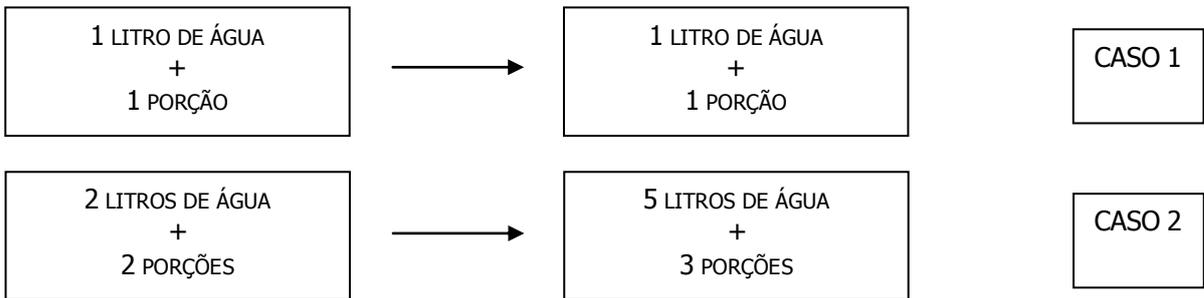
PRODUTO: AREIA GROSSA + AREIA FINA	→	AREIA GROSSA AREIA FINA	CASO 1
PRODUTO: SAL + ÁGUA	→	SAL ÁGUA	CASO 2
PRODUTO: LIMALHA DE FERRO + AREIA	→	LIMALHA DE FERRO AREIA	CASO 3
PRODUTO: AREIA + RASPAS DE CORTIÇA	→	AREIA RASPAS DE CORTIÇA	CASO 4
PRODUTO: AÇÚCAR + AREIAS	→	AÇÚCAR AREIAS	CASO 5



RESPOSTA:

.....

13. Com porções de açúcar obtemos água açucarada. Em cada caso, você deve dizer qual água fica mais açucarada.



RESPOSTA:

.....

14. Significa a mesma coisa acrescentar cinco porções de açúcar a um litro de água que acrescentar água a cinco porções de açúcar até ter um litro de água açucarada? (Em ambos os casos mexe-se com uma colher até que o açúcar se dissolva totalmente).

3 - AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA PARA DETECTAR AS CONCEPÇÕES DOS ALUNOS QUANTO A: **DILATAÇÃO TÉRMICA**



ALGUNS DADOS ESPECÍFICOS DOS MATERIAIS (DADOS OPCIONAIS):

ALUMÍNIO (AL): $Z=13$; $A = 27$; RAIO ATÔMICO DE 143 PM E DENSIDADE DE 2697 KG/M^3 ;
COBRE (CU): $Z = 29$; $A = 63,6$; RAIO ATÔMICO DE 135 PM E DENSIDADE DE 8920 KG/M^3 .

1. Suponha que as barras tenham mesmo comprimento inicial, desenhe como estão as moléculas na barra de alumínio e cobre em sua opinião, em condições naturais do ambiente:

Barra de Alumínio



Descreva a Situação: _____

Barra de Cobre



Descreva a Situação: _____

2. Sendo aquecidas as barras, você acha que elas vão:

- () continuar com o mesmo comprimento.
 () diminuir seu comprimento.
 () aumentar seu comprimento.

3. E a largura vai mudar?

RESPOSTA:

4. E o volume vai mudar?

RESPOSTA:

5. Suponha que as barras ainda tenham mesmo comprimento inicial, desenhe as moléculas agora sob fonte de térmica conforme a figura, inicialmente nos primeiros 5 segundos, e depois no instante de 1 minuto. Desenhe a mudança nas dimensões das barras, se houver.

(I) BARRA DE ALUMÍNIO APÓS 5 SEGUNDOS



Descreva a Situação: _____

(II) BARRA DE COBRE APÓS 5 SEGUNDOS



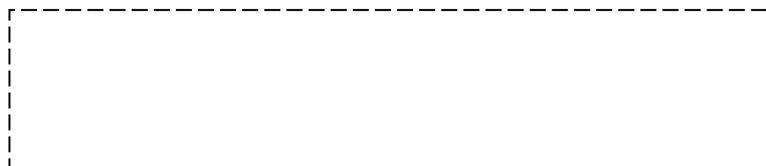
Descreva a Situação: _____

(III) BARRA DE ALUMÍNIO APÓS 1 MINUTO



Descreva a Situação: _____

(IV) BARRA DE COBRE APÓS 1 MINUTO



Descreva a Situação: _____

6. O que existe entre as partículas? Muda de um material para outro? Se mudar, quais foram os fatores que te levou a pensar dessa maneira?

RESPOSTA:

.....

7. O que você entende por espaços vazios? Eles existem? Se existem, onde podemos encontrá-los?

RESPOSTA:

.....

8. Se na situação anterior fossem barras metálicas de mesmo material que tivessem comprimentos iniciais diferentes, iria mudar alguma coisa? Se fosse mudar, o que seria? Por quê?

RESPOSTA:

.....

9. Mas se fossem barras metálicas de mesmo material, com mesmos comprimentos iniciais, porém sob fonte térmica diferentes, iria mudar alguma coisa? Se fosse mudar, o que seria? Por quê?

RESPOSTA:

.....

10. Se as velas fossem colocadas concentradas no meio das barras, irá mudar alguma coisa? Diga o que você supõe que pode acontecer em cada caso, com barras de mesmos comprimentos e de materiais diferentes e com comprimentos diferentes e materiais iguais.

RESPOSTA:

.....

11. O que acontece se as velas forem distribuídas uniformemente nas barras, ou seja, espaçadas de forma igual?

RESPOSTA:
.....

12. Se uma das extremidades das barras for fixada, o que irá acontecer? O tempo necessário para observar os efeitos causados irá mudar em cada caso?

RESPOSTA:
.....

4 – Filmes

1. CALOR E TRANSFERÊNCIA DE ENERGIA
Onde encontrar: VIDEOTECA DO IFUSP.
Produzido por: CORONET – FILMS
Série: DIDAK
Duração: 13 minutos
2. CALOR, TEMPERATURA E PROPRIEDADES DA MATÉRIA
Onde encontrar: VIDEOTECA DO IFUSP.
Produzido por: CORONET BY CENTRON FILMS
Série: DIDAK
Duração: 15 minutos
3. FILME DA SÉRIE “O PROFESSOR”. TRANSMISSÃO DE CALOR
Onde encontrar: VIDEOTECA DO IFUSP.
Produzido por: TV CULTURA
Série: DIDAK – O PROFESSOR
Duração: 28 minutos
4. TEMPERATURA E LEI DOS GASES “O UNIVERSO MECÂNICO”
Onde encontrar: VIDEOTECA DO IFUSP.
Produzido por: The Annenberg/CPD Project e reproduzido pela TV Cultura
Série: SRAV – FEUSP, número 45 – 1985.
Duração: 28 minutos

5 – Softwares

1. PROJETO INTERAGE – SIMULAÇÕES INTERATIVAS
Experimentoteca – Ludoteca
<http://www.ludoteca.if.usp.br>
2. ENSINO ON LINE – educare informática
<http://eu.ansp.br/~secedusp>
email: secedusp@eu.ansp.br
3. Positivo Informática
<http://www.positivo.com.br>
email: ensino-on-line_info@positivo.com.br
4. Nova Escola
<http://www.novaescola.com.br>
5. Prossiga
<http://www.prossiga.cnpq.br>
6. SciCentral
<http://www.scicentral.com.br>
7. Via Telemática
<http://www.darwin.futuro.usp.br/indel.htm>
8. Escola do Futuro da USP
<http://www.futuro.usp.br>
9. Multiservice
<http://www.multiservicenet.com.br>
10. Fisica.Net
<http://www.fisica.net>

8. 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, 2003. Disponível em: http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v25_176.pdf

BAZARIAN, J. **O problema da verdade:** teoria do conhecimento. 4ª edição, SP: Alfa-ômega, 1994.

BRASIL, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio:** Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Linguagens, códigos e suas tecnologias. Brasília: Ministério da Educação/Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 2002. 244p.

BRASIL, Secretaria de Educação Básica. **Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias / Secretaria de Educação Básica.** – Brasília : Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2006. 135 p. (Orientações curriculares para o ensino médio ; volume 2).

CACHAPUZ, A., GIL-PEREZ, D., CARVALHO, A. M. P., VILCHES, A. **A necessária renovação do ensino das ciências.** São Paulo: Cortez, 2005.

CALDEIRA, F. J. P. **A estratégia “prediga-observe-explique” suportada por computador na aprendizagem de conceitos da electricidade.** Dissertação (mestrado) - Universidade Aberta, Lisboa, 2008.

CAMPOS, Maria Cristina da Cunha & NIGRO, Rogério Gonçalves. **Didática das Ciências:** o ensino-aprendizagem como investigação. São Paulo: FTD, 1999.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de *et al.* **Termodinâmica:** um ensino por investigação. São Paulo: FEUSP, 1999. 123 p.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de [Org]. **Ensino de ciências**: unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Pioneira Thomson, 2006.

CREASE, Robert P. **Os dez mais belos experimentos científicos**. – Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2006.

DÍAS BONDENAVE, J., PEREIRA, A. M. **Estratégias de ensino-aprendizagem**. 29. Ed.- Petrópolis, RJ: Vozes, 2008.

FERRAZ, G., OSTERMANN, F., REZENDE, F. **Ensino-aprendizagem de física no nível médio**: O estado da arte da produção acadêmica no século XXI. *Rev. Bras. Ens.Fís.*, v. 31, n. 1, 1402 (2009). Disponível em: <http://www.cienciamao.if.usp.br/tudo/exibir.php?midia=rbeif&cod= ensino-aprendizagemdefis>

LAHERA, Jesús & Fortaleza, Ana. **Ciências físicas nos ensinos fundamental e médio**: modelos e exemplos. – Porto Alegre: Artmed, 2006.

MOREIRA, M. M. **Ensino de Física no Brasil: Retrospectivas e Perspectivas**. UFRGS, Porto Alegre, RS, 2000.

HAO, L. V. **An integration of history and demonstrations of physics into the introductory physics course**. Tese de mestrado, Canadá, 1996. Disponível em: <http://ir.lib.sfu.ca/bitstream/1892/9156/1/b17878305.pdf>

NARDI, Roberto [Org]. **Questões atuais no ensino de ciências**. 2 ed. São Paulo: Escritura Editora, 2009.

POZO, J. I. & CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências**: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. – 5. Ed. – Porto Alegre: Artmed, 2009.

SAAD, D. F. **Demonstrações em ciências**: explorando os fenômenos da pressão do ar e dos líquidos através de experimentos simples. – São Paulo: Livraria da Física, 2005.

SANTOS, Darcio Pereira dos. **Física**: dos experimentos à teoria: 2º grau. São Paulo, IBRASA, 1978.

SILVA, S.P. **Orientação pedagógica**: modelo cinético-molecular. Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais, 2008. Acesso em 08.01.10. Disponível em: http://crv.educacao.mg.gov.br/sistema_crv/index.asp?id_projeto=27&ID_OBJETO=102572&tipo=ob&cp=ff9933&cb=&n1=&n2=Orienta%E7%F5es%20Pedag%F3gicas&n3=Ensino%20M%E9dio&n4=Qu%EDmica&b=s

VEIGA, I. P. A. (org.). **Técnicas de ensino**: por que não?. Campinas, SP: Papirus, 1991. – (coleção magistério: formação e trabalho pedagógico).

NETO, L. F. **Teoria cinética dos gases**: o modelo mecânico horizontal. Acesso: 09.10.09. Disponível em: www.feiradeciencias.com.br./sala08/08_13.asp

3.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O grau de significância relacionado ao processo e ao produto final elaborado foi satisfeito, ou seja, a hipótese foi verificada, e segundo a análise feita, satisfaz a realidade docente e sua utilização contribui de forma eficaz na formação dos professores. Com isso, o problema científico relacionado ao contexto envolvido, resolve satisfatoriamente com a elaboração do manual de orientações metodológicas para a utilização de demonstrações experimentais investigativas no ensino da termologia no ensino médio.

Conceitualmente, as demonstrações sugeridas também contribuem ao relacionar dois conceitos fundamentais na termologia, a *temperatura* e o *calor*, e entre outros aspectos, possibilita explicar em nível macro e microscópico o funcionamento dos termômetros, o conceito de energia interna a partir do movimento aleatório das partículas, que a dilatação está associada ao aumento das distâncias média entre as partículas, além facilitar a compreensão dos estados da matéria a partir de modelos microscópicos, e os princípios fundamentais da termodinâmica.

Apesar de o manual estar focado na prática docente e suas competências, o ensino deve promover habilidades discentes. Para isso, de acordo com essa proposta, as demonstrações investigativas na termologia podem buscar satisfazer esses aspectos: (1) na Matriz de Referências de Ciências Naturais e suas Tecnologias: MRCNT/ENEM/2009: Competência de área 6; (2) no Conteúdo Básico Comum de Química, CRV/SEE-MG/2008; (3) e nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio: CNMT/2006.

Enfim, as demonstrações experimentais, apesar de serem consideradas como uma simples técnica expositiva, com orientações de um ensino por investigação científica pode revelar uma potencial alternativa metodológica aos professores de Física. Talvez, a maior importância da elaboração do *manual* nesta pesquisa, esta em oferecer aos professores não apenas um material que oriente e instrua-os nas atividades experimentais em salas de aula, que é o objetivo, mas que possa também promover uma mudança significativa quanto ao aspecto conceitual, metodológico e atitudinal na sua práxis educativa.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, R. G. C. **O papel dos engenheiros e matemáticos na História do ensino de física no Pará (1931 – 1970)**. Tese (doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.
- ALVES, Valéria de Freitas. **A inserção de atividades experimentais no ensino de Física em nível médio: em busca de melhores resultados de aprendizagem**. Dissertação (mestrado), Brasília, DF, 2006, p.26 e p. 27. Disponível em: http://bdtd.bce.unb.br/tesesimplificado/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=1845
- 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, 2003. Disponível em: http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v25_176.pdf
- AROCA, S. C. **O ensino de física solar em um espaço não formal de educação**. Tese (doutorado) – Instituto de Física de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. – Lisboa: Paralelo editora, 2003.
- AZEVEDO, M. C. P. S. **Situações de ensino-aprendizagem: análise de uma seqüência didática de física a partir da Teoria das Situações de Brousseau**. 2008, 248 p. Dissertação (mestrado) – Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, S. Paulo, São Paulo, 2008.
- AXT, R. **Ondas estacionárias longitudinais em uma barra metálica**. *Cad. Cat. Ens. Fís.*, Florianópolis, v.10, n.1: p.93-94, abr. 1993. Disponível em: <http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7297/6720>

BARREIRO, A. C. M, BAGNATO, V. **Aulas demonstrativas nos cursos básicos de física.** *Cad.Cat.Ens.Fís.*, Florianópolis, v.9,n.3: p.238-244, dez.1992. Disponível em: www.fsc.ufsc.br/cbef/port/09-3/artpdf/a5.pdf

BATISTELA, C. A. R. **Atividades de óptica exploradas no ensino médio através de reflexões epistemológicas com o emprego do V de Gowin.** Dissertação (mestrado), Porto Alegre, 2007.

BAZARIAN, J. **O problema da verdade:** teoria do conhecimento. 4ª edição, SP: Alfa-ômega, 1994.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais:** Ciências Naturais / Secretaria de Educação Fundamental. Brasília : MEC / SEF, 1998. Disponível em: <http://www.scribd.com/doc/13256253/PCNs-para-o-Ensino-de-Ciencias>.

BRASIL, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio:** Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Linguagens, códigos e suas tecnologias. Brasília: Ministério da Educação/Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 2002. 244p.

BRASIL, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira . **Estudo exploratório sobre o professor brasileiro com base nos resultados do Censo Escolar da Educação Básica 2007.** Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. – Brasília : Inep, 2009.

BRAUN, L. F. M. B., BRAUN, T. **A montagem de Young no estudo da interferência, difração e coerência de fontes luminosas.** *Cad.Cat.Ens.Fis.*, v.11,n.3: p.184-195, dez.1994. Disponível em: www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/viewFile/7146/6601

CACHAPUZ, A., GIL-PEREZ, D., CARVALHO, A. M. P., VILCHES, A. **A necessária renovação do ensino das ciências.** São Paulo: Cortez, 2005.

CALDEIRA, F. J. P. **A estratégia “prediga-observe-explique” suportada por computador na aprendizagem de conceitos da electricidade.** Dissertação (mestrado) - Universidade Aberta, Lisboa, 2008.

CANALLE, J. B. G. **A luneta com lente de óculos.** *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 11, n. 3, dez. 1994.

CANALLE, J. B. G., MOURA, R. **Demonstre em aula: duplo cone, quádrupla finalidade.** *Cad.Cat.Ens.Fís.*, v. 15, n. 3: p. 323-327, dez. 1998.
www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/viewFile/6891/6350

CANALLE, J. B. G. **Explicando astronomia básica com uma bola de isopor.** *Cad. Cat. Ens. Fís.*, v. 16, n. 3: p. 314-331, dez. 1999. Disponível em:
www.cce.ufes.br/jair/ieff/CadBrasEnsFis314_Astronomia_Básica_Isopor.pdf

CANALLE, J. B. G., OLIVEIRA, I. A. G. **Demonstre em aula:** Comparação entre os tamanhos dos planetas e do Sol. *Cad. Cat. Ens. Fís.*, v.11, n. 2: p.141-144, ago.1994. Disponível em: <http://www.fsc.ufsc.br/cbef/port/11-2/artpdf/a8.pdf>

CANALLE, J. B. G., MOURA, R. **Demonstre em aula:** Freio magnético. *Cad.Cat.Ens.Fís.*, v. 17, n. 1: p. 96-100, abr. 2000. Disponível em:
www.fsc.ufsc.br/cbef/port/17-1/artpdf/a8.pdf

CANALLE, J. B. G., MOURA, R. **Demonstre em aula:** a Lei de Faraday e a de Lenz. *Cad.Cat.Ens.Fís.*, v.14,n3: p.229-301, dez.1997. Disponível em:
www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/viewFile/6990/6469

CANALLE, J. B. G., MOURA, R. **Forças entre condutores paralelos de correntes contínuas.** *Cad.Cat.Ens.Fís.*, v. 15, n. 2: p. 206-209, ago. 1998.

CAPECHI, M. C. V. M., CARVALHO, A. M. P. **A construção de um ambiente propício para a argumentação numa aula de física.** *Viii Encontro de Pesquisadores no Ensino de Física*, Água de Lindóia, São Paulo, 2002. Disponível em: http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epef/viii/PDFs/CO13_3.pdf

CARLO, S. D. **Conceitos de Física na educação básica e na academia:** aproximações e distanciamentos. Tese (doutorado) – Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de *et al.* **Termodinâmica:** um ensino por investigação. São Paulo: FEUSP, 1999. 123 p.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de [Org]. **Ensino de ciências:** unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Pioneira Thomson, 2006.

CASTRO, R. S., CERQUEIRA, F. E. M. **Atividades experimentais:** canal de interlocução com professores em treinamento. *Rev. Bras. Ens. Fís.*, v. 14, n. 4, 1992 Porto Alegre, ago. 1992. Disponível em: www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/vol14a34.pdf

CATELLI, F. **Demonstre em aula:** correntes induzidas. *Cad. Cat. Ens. Fís.*, v. 16, n. 3: p. 344-348, dez. 1999. Disponível em: www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/.../6891

CATELLI, F., PEZZINI, S. **Faça você mesmo:** a água não derrama. Física na Escola, v. 2, n. 2, 2001, p. 18. Disponível em: www.sbfisica.org.br/fne/Vol2/Num2/

CATELLI, F., REIS, C. **Imagens dentro de lâmpadas.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física 21, 115 (2004). Disponível em: <http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/10024/9271>

CATELLI, F., VICENZI, S. **Interferômetro de Michelson.** Cad. Cat. Ens. Fís., v. 18, n. 1, abr. 2001. Disponível em: www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/viewFile/6694/6161

CERQUEIRA, F. **Ensino interativo de Física: atividades experimentais para ensinar Física.** Manual para o ensino de Física, Itaúna, 2004.

CHAVES, A. (Coord.), et al. **Ciência para um Brasil competitivo – o papel da Física**. Capes, Brasília, jun, 2007.

CHIRINÉA, G. **Análise comportamental do modelo de mudança conceitual**. Dissertação (mestrado) - Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru , São Paulo. 2006.

COMENIUS. I. A. **Didáctica Magna**. Fundação Calouste Gulbenkian, 2001, p. 120. Disponível em: <http://www.ebooksbrasil.org/adobeebook/didaticamagna.pdf>

COSTA, I. F., SILVA, H. C. **Atividades práticas e experimentais numa licenciatura em física**. *IX Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*, 2004. Disponível em: www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epf/ix/sys/resumos/T0168-1.pdf

CREASE, Robert P. **Os dez mais belos experimentos científicos**. – Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2006.

DÍAS BONDENAVE, J., PEREIRA, A. M. **Estratégias de ensino-aprendizagem**. 29. Ed.- Petrópolis, RJ: Vozes, 2008.

DIAS, P. M. C. et al. **Um presente de grego: a máquina de Hero de Alexandria**. *Cad. Cat. Ens. Fís.*, v. 10, n. 2: p 148-156, ago. 1993. Disponível em: www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/viewFile/7280/6708

DIONÍSIO, P. H, et al. **Força eletromotriz em aula devida ao movimento**. *Cad.Cat.Ens.Fís.*, v. 16, n. 2: p. 246-248, ago. 1999. Disponível em: www.fsc.ufsc.br/cbef/port/16-2/artpdf/a10.pdf

EIRAS, W. C. S. **Atividades demonstrativas no ensino de Física**. *IX Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física*, Minas Gerais, outubro, 2004.

FELTRAN, R. C. S., FILHO, A. F. **Estudo do meio**. *In: VEIGA (org). Técnicas de ensino: por que não?.* Campinas, SP: Papirus, 1991. – (coleção magistério: formação e trabalho pedagógico).

FERRAZ, G., OSTERMANN, F., REZENDE, F. **Ensino-aprendizagem de física no nível médio**: O estado da arte da produção acadêmica no século XXI. *Rev. Bras. Ens.Fís.*, v. 31, n. 1, 1402 (2009). Disponível em: [http://www.cienciamao.if.usp.br/tudo/exibir.php?midia=rbef&cod= _ensino-aprendizagemdefis](http://www.cienciamao.if.usp.br/tudo/exibir.php?midia=rbef&cod=_ensino-aprendizagemdefis)

FIGUEROA, D., GUTIERREZ, G. **Demostraciones de Física: Elemento Motivador em La Formación Del docente**. *Revista. Brasileira de Ensino de Física*, v. 14, n. 4, 1992, p. 253. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/vol14a41.pdf>

FUJITA, Luiz. **Qual foi a primeira escola? Foram as escolas fundadas na Europa no século 12**. [Revista Mundo Estranho: Editora Abril, 2008](#). Disponível em: http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/cultura/conteudo_289910.shtml

GALLI, C., SALAMI, M. A. **Laboratório Caseiro** – Registro de figuras de difração da luz em papel fotográfico. *Cad.Cat.Ens.Fís.*, v. 16, n. 2: p. 242-245, ago. 1999. Disponível em: www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/viewFile/6812/6296

GALLI, C. **Produção de hologramas com equipamentos de baixo custo**. *Cad. Cat. Ens. Fís.*, v.10, n.3:p.258-261, dez.1993. Disponível em: www.fsc.ufsc.br/cbef/port/10-3/artpdf/a6.pdf

GASPAR, A., MONTEIRO, I. C. C. **Atividades experimentais de demonstração em sala de aula**: uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky. *Investigações no Ensino de Ciências*, v. 10(2), pp. 227-254, 2005. Disponível em: www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID130/v10_n2_a2005.pdf

GUEDES, A.F., BRAUN, L. F. M., RIZZATTI, M. R. **Visualização da miopia, da hipermetropia e do astigmatismo através do simulador didático do globo ocular**. *Rev. Bras. Ens. Fís.*, vol. 23, n. 1, Mar., 2001. Disponível em: http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v23_53.pdf

HAMBURGER, E. W. **A Popularização da Ciência no Brasil**. In: Educação para a Ciência - Curso para Treinamento em Centros e Museus de Ciências. Silvério

Crestana (coord.), et al., 2002. Disponível em:
<http://www.uefs.br/antares/museuantares.html>

HAO, L. V. **An integration of history and demonstrations of physics into the introductory physics course**. Tese de mestrado, Canadá, 1996. Disponível em:
<http://ir.lib.sfu.ca/bitstream/1892/9156/1/b17878305.pdf>

HECKLER, V. **Uso de simuladores e imagens como ferramentas auxiliares no ensino/aprendizagem de ótica**. Dissertação (mestrado). UFRGS, 2004.

HESSEL, R. **Laboratório caseiro: a Lei de Faraday e a Lenz**. *Cad.Cat.Ens.Fís.*, v. 16, n. 3: p. 340-343, dez. 1999.

JUNIOR, O. C. **Texto e contexto para o ensino de Física Moderna e Contemporânea na escola média**. 2003. Dissertação (mestrado) – Departamento de Física experimental, Universidade de São Paulo, 2003.

JUNIOR, R. B. N., MATTOS, C. R. **A disciplina e o conteúdo de cinemática nos livros didáticos de Física do Brasil (1801 a 1930)**. *Investigações em Ensino de Ciências* – V13(3), pp.275-298, 2008 Disponível em:
www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID196/v13_n3_a2008.pdf

KALHIL, J. B. **Estratégia pedagógica para habilidades investigativas em La disciplina física de ciências técnicas**. Tese de doutorado em ciências pedagógicas, Universidade de La Habana, La Habana, 2003.

KRASILCHIK, Myriam. **Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências**. São Paulo, 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/spp/v14n1/9805.pdf>

LABURÚ, C. E. et al. **Visualizando ondas eletromagnéticas estacionárias (um experimento na cozinha de casa)**. *Cad. Cat. Ens. Fís.*, v.17, n.3: p.328-335, dez. 2000. Disponível em:
www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/viewFile/6764/6232

LAHERA, Jesús & Fortaleza, Ana. **Ciências físicas nos ensinamentos fundamental e médio: modelos e exemplos**. – Porto Alegre: Artmed, 2006.

LIBÂNEO, J. C. **Didática**. São Paulo: Cortez, 1994. – (Coleção magistério. 2º grau. Série formação do professor)

LIMA, A. A. **O uso de modelos no ensino de Química**: uma investigação acerca dos saberes construídos durante a formação inicial de professores de Química da UFRN. Dissertação (mestrado). Natal, 2007.

MARQUES, P. M. A, et al. **Demonstração em teoria cinética**. *Cad. Bras. Ens. Fís.*, v. 21, n. 2: p. , ago. 2004. Disponível em: <http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/viewFile/7154/6607>

MARTINS, A. F. P. **O ensino do conceito de tempo**: contribuições históricas epistemológicas. Dissertação (mestrado) – Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, S. Paulo, São Paulo, 1998.

MASSARANI, L., MOREIRA, I. C. **Um olhar sobre os museus de ciência**. In: Revista Ciência & Cultura. Revista da SBPC, ano 62. n. 1, jan/fev/mar de 2010. p. 4 e 5. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/pdf/cic/v62n1/a02v62n1.pdf>

MATUI, Jiron. **Construtivismo: Teoria construtivista sócio-histórica aplicada ao ensino**. São Paulo: moderna, 1995, p.5.

MENDONÇA, et al. **Demonstrações de Reflexão Total Interna para Alunos do Segundo Grau**. *Rev. Bras. Ens. Fís.* v. 20, n. 3, Set. 1998. http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v20_296.pdf

MENEZES, A. P., KALHIL, A. F., TERAN. **A História da Física contada em vídeos de curta duração**: TIC como organizador prévio no Ensino de Física na Amazônia. *Revista Ibero-Americana de Educação*, outubro, 2009.

MENEZES, P. H., VAZ, A. M. **Tradição e inovação no ensino de física: a influência da formação e inovação no ensino de física:** a influência da formação e profissionalização docente. *VIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*, 2002.

Disponível em: www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epef/viii/PDFs/PA2_01.pdf

MESEGUER DUEÑAS, J. M., MAS ESTELES, J. **Experiencias de cátedra em las clases de física de primer curso de escuelas técnicas.** Enseñanza de las ciencias, 1994.

MILAGRES, V. S.O., JUSTI, R. S. **Modelos de ensino de equilíbrio químico:** algumas considerações sobre o que tem sido apresentado em livros didáticos no ensino médio. *Pesquisa no ensino de química*, n. 13, maio, 2001.

MISOGUTI, C. R. et al. **Lentes Esféricas:** Uma Demonstração para alunos do segundo grau. *Rev. Bras. Ens. Fís.*, v. 19, n. 4. Dez. 1997. Disponível em:

http://sbfisica.org.br/rbef/pdf/v19_448.pdf

MOREIRA, M. M. **Ensino de Física no Brasil: Retrospectivas e Perspectivas.** UFRGS, Porto Alegre, RS, 2000.

MOREIRA, M. M. & MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa:** a teoria de David Ausubel. – São Paulo: Centauro, 2001.

MOREIRA, M. M. **Teorias de aprendizagem.** – São Paulo: EPU, 1999.

NASCIMENTO, V. B., CARVALHO, A. M. P. **A natureza do conhecimento científico e o ensino de ciências.** VI Abrapec, 2007. Disponível em: www.fae.ufmg.br/abrapec/viempec/CR2/p452.pdf

NARDI, R. **Memórias da educação em ciências no Brasil:** A pesquisa em ensino de Física. *Investigações em Ensino de Ciências* – V10(1), pp. 63-101, 2005. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID124/v10_n1_a2005.pdf

NETO, J. N. S., CANALLE, J. B. G. **Magnetic force parallel currents.** *Rev. Bras. Ens. Fís.* v. 23, n. 1, mar. 2001. Disponível em: http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v23_148.pdf

NETTO, L. F. **Faça você mesmo:** movimento do centro de massa. *Física na escola*, v. 2, n. 2, 2001, p.9. Disponível em: www.sbfisica.org.br/fne/Vol2/Num2/

NICOT, E. Y. **La Dirección del método experimental y su influencia em El desarrollo de habilidades lógicas em los Estudiantes de La asignatura Física de 10. Grado.** Tese de doutorado, Satiago, Cuba, 2001.

PEREZ, C. A. **Análise de uma experiência investigativa e interdisciplinar no ensino de ciências.** Dissertação (mestrado) – Instituto de Psicologia da universidade de São Paulo, S. Paulo, São Paulo, 2008.

PIASSI, L. P. C. **Contatos:** a ficção científica no ensino de ciências em um contexto sócio cultural. Tese (doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

PERINI, L., FERREIRA, G. K., CLEMENT, L. **Projeto de ensino PSSC:** Uma análise dos exercícios/problemas. XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF 2009 – Vitória, ES. Disponível em: www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xviii/sys/.../T0877-1.pdf

PENA, F. L. A., FILHO, A. R. F. **Da pesquisa em ensino de física para a sala de aula:** Um estudo sobre esta perspectiva. *Vi Encontro Nacional de Pesquisa em educação em Ciências*, 2007. Disponível em: <http://www.fae.ufmg.br/abrapec/viempec/CR2/p240.pdf>

PIMENTEL, J. R. **Lentes biconvexas convergentes e divergentes.** *Cad.Cat.Ens.Fís.*, v. 16, n. 3: p. 349-352, dez. 1999. Disponível em: www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/viewFile/6801/6281

PIMENTEL, R. J. **Laboratório caseiro:** O princípio da inércia usando um disco flutuador. *Cad. Cat. Ens. Fís.*, v. 12, n. 2: p. 150-151, ago. 1995. Disponível em: <http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7095/6566>

PIUBÉLI, U. G., PIUBÉLI S. L. P. **Laboratório caseiro**: fonte de heron. *Cad.Cat.Ens.Fís.*, v.12, n.1: p.47-52, abr.1995. Disponível em: www.fsc.ufsc.br/cbef/port/12-1/artpdf/a5.pdf

POZO, J. I. & CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências**: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. – 5. Ed. – Porto Alegre: Artmed, 2009.

ROBERTO, E. V. **Aprendizagem ativa em óptica geométrica: experimentos e demonstrações investigativas**. 2009. 141p. Dissertação (mestrado) – Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.

SAAD, D. F. **Demonstrações em ciências**: explorando os fenômenos da pressão do ar e dos líquidos através de experimentos simples. – São Paulo: Livraria da Física, 2005.

SABA, M. M. F., EPIPHANIO, I. D. V. **Dissecando um olho de boi para entender a óptica do olho humano**. *Física na escola*, v. 2, n. 2, 2001. Disponível em: www.sbfisica.org.br/fne/Vol2/Num2/a05.pdf

SCARINCI, A. L. **Uma proposta para caracterizar a atuação do professor na sala de aula**. Dissertação (mestrado) – Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

SILVA, D. F. **O ensino em uma abordagem CTS**: evoluções nas concepções de futuros professores de Física. 2009, 215p. Dissertação (mestrado) – faculdade de educação da Universidade de São Paulo, S. Paulo, São Paulo, 2009.

SILVEIRA, F. L. **Demonstre em aula**: sem quebrar as taças!!. *Cad. Cat. Ens. Fís.*, v. 12, n. 2: p. 152-156, ago. 1995. Disponível em: www.fsc.ufsc.br/cbef/port/12-2/artpdf/a8.pdf

TAVARES, A. D., et al. **O método da redescoberta orientada e a criação e desenvolvimento de um laboratório de acústica para o curso de física**. *Cad.*

Cat. Ens. Fís., Florianópolis, 6 (3): 185-195, dez. 1989. Disponível em: <http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/viewFile/9252/8574>

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação** – São Paulo: Cortez, 2007.

TOSI, M. R. **Didática Geral**: um olhar para o futuro. 3ª ed., Campinas, SP: editora Alínea, 2003, p. 42.

VALADARES, E. C., MOREIRA, A. M. **Ensinando física moderna no segundo grau**: efeito fotoelétrico, laser e emissão de corpo negro. *Cad.Cat.Ens.Fís.*, v. 15, n. 2: p. 121-135, ago. 1998. Disponível em: www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/viewFile/6896/7584

VALADARES, E. C. **Novas estratégias de divulgação e revitalização do ensino de ciências nas escolas**. *Física na escola*, v. 2, n. 2, 2001, p. 12. Disponível em: www.sbfisica.org.br/fne/Vol2/Num2/

VEIGA, I. P. A. (org.). **Técnicas de ensino: por que não?**. Campinas, SP: Papirus, 1991. – (coleção magistério: formação e trabalho pedagógico).

VIGOTSKI, L. S. **A formação social da mente**. – São Paulo: Martins Fontes, 2007.

– ANEXOS –

– ANEXO 1 –

QUADRO – Contribuições Diretas das Duas Teorias Construtivista-Cognitivistas na Proposta Metodológica das DEI's.

TEORIA	PREMISSA	CONDIÇÕES	FORMA DE AQUISIÇÃO DE CONCEITOS	PRINCÍPIOS	ASPECTO RELEVANTE	SUGESTÕES METODOLÓGICAS
AUSUBEL	Unidade de análise (intrapessoal), estrutura cognitiva do indivíduo ; Fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe, ou seja, o Conhecimento Prévio .	A retenção significativa está na Interação entre o Subsunçor relevante e inclusivo do indivíduo às Novas Idéias e Conceitos, Potencialmente Significativos .	Formação de Conceitos & Assimilação de Conceitos (diferenciação progressiva, reconciliação integrativa, organização seqüencial e consolidação); O ensino se consuma quando o subsunçor do aluno é modificado pela associação com um novo conhecimento tornando-o mais inclusivo .	Princípio da Assimilação ou Processo de Subsunção; Assimilação Obliteradora	Realizar uma Aprendizagem Significativa; Evidenciar a Aprendizagem Significativa e; Neutralizar o processo de Assimilação Obliteradora.	O uso de Organizador Prévio/Avançado e Mapas Conceituais
YGOTSKY	Unidade de análise (interpessoal), a interação entre o indivíduo e o contexto ; Três Pilares : Primeiro Pilar: a asserção de que os processos mentais superiores do indivíduo têm origem em processos sociais ; Segundo Pilar: os processos mentais só podem ser entendidos se entendermos os instrumentos e signos que os mediam ; Terceiro Pilar: utilização do “método genético-experimental” na análise do desenvolvimento cognitivo do ser humano.	O desenvolvimento cognitivo é quando se situa na Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) do indivíduo.	Mediação Semiótica realizada pela interação social onde se converte as relações sociais em funções mentais ou internalização (reconstrução interna de uma operação externa) de atividades e comportamentos sócio-históricos e culturais. Na mediação semiótica são utilizados instrumentos (inteligência prática) e signos (inteligência abstrata); O ensino se consuma quando professor e aluno compartilham significados .	Lei da Dupla Formação : Primeiro em nível social (interpessoal, interpessoal, psicológica) e, depois, em nível individual (intrapessoal, intrapsicológica)	O Papel do Professor em verificar se o significado que o aluno captou é aceito e compartilhado socialmente; e a Responsabilidade do Aluno em verificar se os significados que captou são aqueles que o professor pretendia que ele captasse	O uso do Método Genético-Experimental Marxista : 1. Introduzir Obstáculos; 2. Fornecer recursos externos; 3. Solicitar a resolução de problemas que excedam os níveis de conhecimento e habilidades.
DEI's	Analisar previamente a temática procurando identificar os conceitos mais inclusivos; Definir a finalidade do ensino e escolher a melhor modalidade de demonstração; Escolher modelos físicos potencialmente significativos; Buscar interação e intercâmbio de signos para uma avaliação diagnóstica do conhecimento prévio dos alunos.	Identificar os subsunçores disponíveis; Propor soluções de problemas; Solicitar previsões; Possibilitar a exposição de concepções espontâneas e alternativas.	Realizar demonstrações/observações abertas investigativas; Organizar seqüencialmente os conceitos de forma hierárquica; Introduzir com dramatização do contexto histórico; Explorar situações análogas; Evitar apresentar respostas imediatas; Solicitar soluções alternativas; Propor situações adversas; Possibilitar a reprodução posterior da demonstração pelos alunos.	Abordar com princípio lógico indutivo, dialético, analógico e recursivo; Construir e relacionar modelos; Mediar o ensino com objetos concretos.	Utilizar materiais e mecanismos potencialmente significativos; Solicitar tarefas logicamente significativas; Verificar a assimilação dos conceitos mais inclusivos; Consolidar e estruturar o conhecimento; Oportunizar a argumentação.	Utilizar as DEI's como orientador prévio no ensino de física, favorecendo que o aluno se situe na ZDP ; Construir mapas conceituais na revisão dos conceitos e idéias principais; Propor questões-desafio; Criticar os alunos quanto à condução correta da solução.

FONTE: Braga, Marcel (2010).

– ANEXO 2 –
– DIAGNÓSTICO –

1. Após a sua formação profissional na graduação, você se sente seguro para trabalhar experimentos em salas de aula?
 - (a) Sim, pois aplico as metodologias de ensino de física experimental em salas de aula que me foram ensinadas na minha graduação.
 - (b) Em parte, pois às vezes penso que vai ocorrer tudo facilmente, mas um imprevisto me deixa um pouco desorientado.
 - (c) Não me sinto seguro, acredito que existem deficiências na grade curricular, onde na qual deveriam trabalhar mais a forma de como se trabalhar os experimentos em salas de aula.

2. Em que frequência você realiza experimentos em salas de aula?
 - (a) Frequentemente
 - (b) Raramente
 - (c) Nunca realizei em salas de aula, mas pretendo.

3. Enumere em ordem crescente, os **mais prováveis** fatores que dificultam a realização de atividades experimentais em salas de aula:
 - () Os alunos ficam dispersos, ficando difícil de controlar a ordem e disciplina nas salas de aula.
 - () Para realizar experimentos é necessário um tempo para planejamento, e isso eu não tenho disponível, além do que não sou pago para fazer essas atividades 'extraclasse'.
 - () O problema maior está na obtenção dos materiais e construção dos experimentos, onde exige certa habilidade que é privilégios de poucos, no meu caso não me sinto privilegiado.
 - () Não existe textos de material de apoio que me auxilie a realizar os experimentos em salas de aula, com orientações e recomendações didático-metodológicas para essa atividade.
 - () A ausência de materiais de laboratório de Física na escola compromete a realização de experimentos em salas de aula.

4. De um modo geral, enumere em ordem crescente as técnicas que você **mais** utiliza no **tempo disponível** em salas de aula?
 - () Exposição oral dos conceitos, com o auxílio da lousa.
 - () Resolução exemplos e solicitação de lista de exercícios.
 - () Realização de atividades experimentais.
 - () Textos sobre a história da ciência.
 - () Debates e diálogos.
 - () Atividades em grupos.

5. Enumere em ordem crescente os **aspectos mais significativos** a serem enfatizados, para que se possa realizar as atividades experimentais demonstrativas em salas de aula de forma mais correta?
 - () Aspecto Teórico-Metodológico, ou seja, discutir estratégias e propostas de ensino de forma que se tornem claras e objetivas para os professores, para que assim possam determinar a alternativa mais coerente para a transposição didática.
 - () Aspecto Prático-Experimental, ou seja, discutir as formas de abordagem, o uso da linguagem, como construir e manipular os experimentos, como agir diante do inesperado, como motivar os alunos e etc.
 - () Aspecto Teórico-Conceitual, ou seja, discutir quais os conteúdos mais relevantes, como organizar e apresentar os conceitos, analisar abordagem da resolução de problemas mais complexos, aprofundar o conhecimento científico para uma visão mais contemporânea a ser transmitida aos alunos.

6. O currículo disciplinar da Física com relação à segunda série do Ensino Médio subdivide-se em **Termologia, Óptica e Ondas**, qual desses tópicos encontra-se maior dificuldade no processo de ensino aprendizagem?

() TERMOLOGIA () ÓPTICA () ONDAS

7. Com relação à **Termologia**, qual desses **subtópicos** você acredita encontrar maior dificuldade no processo ensino-aprendizagem? (**Enumere em ordem crescente de acordo com o grau de dificuldade**).

() Termometria () Dilatação Térmica () Transmissão do Calor
() Calorimetria () Estudo dos Gases () Termodinâmica

8. Você conseguiu abordar todos os subtópicos da Termologia? () Sim () Não

9. Foi satisfatória a avaliação da aprendizagem dos alunos com relação ao conteúdo abordado na Terminologia?
 Sim mais ou menos Não

10. Com relação ao **Estudo dos Gases**, qual desses **subtópicos** você acredita encontrar maior dificuldade no processo ensino-aprendizagem? (**Enumere em ordem decrescente de acordo com o grau de dificuldade**)

- Transformações gasosas (Isobárica, Isotérmica e Isovolumétrica; $pV/T = \text{cte}$)
 Lei de Avogadro ($N_a = 6,023 \cdot 10^{23}$ partículas)
 Equação de estado de um gás ideal (Equação de Clayperon; $pV = nRT$)
 Modelo Molecular de um Gás ou Teoria Cinética dos Gases (hipóteses do comportamento das moléculas)

11. Com relação à **Teoria Cinética dos Gases**, qual desses itens abaixo você acredita encontrar maior dificuldade no processo ensino-aprendizagem? Numere em ordem decrescente de acordo com o grau de dificuldade:

- não é possível fazer uma observação direta do movimento das moléculas.
 não há disponível recursos pedagógicos que demonstrem, justifiquem e facilitem a compreensão dessas hipóteses para os alunos.
 exige um grau elevado de abstração por parte dos alunos, por isso torna-se desinteressante o aprendizado.
 exige um grande domínio teórico do professor, com isso, dificulta a abordagem metodológica.

12. Informe sua formação em Física.

Marque um X

GRAU DE FORMAÇÃO	
Licenciatura Curta em Física	<input type="checkbox"/>
Licenciatura Plena em Física	<input type="checkbox"/>
Especialização	<input type="checkbox"/>
Mestrado	<input type="checkbox"/>
Doutorado	<input type="checkbox"/>

13. Atividades Experimentais se dividem em três modalidades:

- **Experimentação:** experimentos realizados pelos alunos em laboratório;
- **Demonstração:** experimentos realizados pelo professor em sala de aula;
- **Estudos do Meio:** visita em indústrias pelos alunos, sob orientação do professor.

Com relação à dimensão técnica pedagógica no **ensino de física**, o grau de **atividades experimentais** em sua prática de ensino é:

Marque um X

MODALIDADE	ABUNDANTE	RARO	INESISTENTE
Experimentação	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Demonstração	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Estudos do Meio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

14. A demonstração como técnica no ensino de física se admite como um mecanismo eficaz para o processo de ensino-aprendizagem na prática docente, no entanto, pode ser realizada em duas categorias, podendo ser:

- **Demonstrações reais e concretas** (atividade experimental realizada pelo professor com manipulação de objetos físicos – demonstradores, modelos físicos e etc.);
- **Demonstrações virtuais e simuladas** (atividade experimental realizada pelo professor com utilização de objetos virtuais – simuladores, aplicativos e etc.).

Qual dessas duas categorias você acredita ser mais significativo para o ensino-aprendizagem dos conceitos da Terminologia?

- Demonstrações Reais e Concretas. Demonstrações Virtuais e Simuladas.

15. As demonstrações reais por sua vez podem ser através de duas modalidades:

- **Demonstração Fechada:** abordagem exclusivamente feita pelo professor;
- **Demonstração/Observação Aberta:** abordagem mutuamente interativa entre professor e aluno.

Qual dessas duas categorias você acredita ser mais significativo para o ensino-aprendizagem dos conceitos da Terminologia?

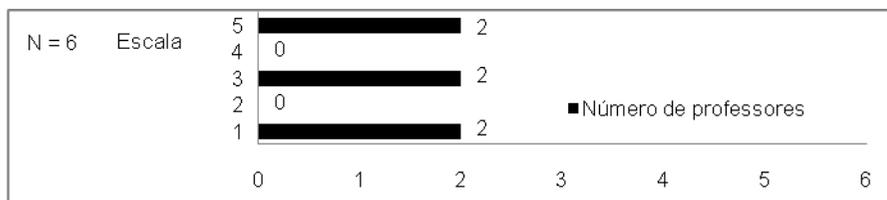
- Demonstração Fechada e Centralizadora. Demonstração/Observação Aberta.

16. Você realiza alguma avaliação diagnóstica aos alunos antes de introduzir um novo conteúdo em suas aulas de Física?
(a) Sim. (b) Às vezes. (c) Não.
17. Os conceitos, leis e princípios da física de um novo conteúdo, você expõe de forma imediata no quadro para o aluno memorizar, e discute na intenção de que eles aprendam e utilizem na resolução de problemas?
(a) Sim, expondo na forma tradicional. (b) Mais ou menos assim.
(c) Não dou respostas de forma imediata, faço os alunos pensarem e descobrirem.
18. Você já ouviu falar em “Ensino por Investigação Científica”?
(a) Sim. (b) Um pouco. (c) Não.
19. Você já ouviu falar em “Ensino através do Método Científico”?
(a) Sim. (b) Um pouco. (c) Não.
20. Qual das duas metodologias você consideraria mais significativo para o processo de ensino-aprendizagem da Física no ensino médio: o “Método Científico” ou “Ciclos de Investigação”?
(a) Método Científico. (b) Um pouco dos dois métodos. (c) Ciclos de Investigação.

– ANEXO 3 –

– QUESTIONÁRIO QUANTO À VISÃO DE CIÊNCIA PELOS DOCENTES –

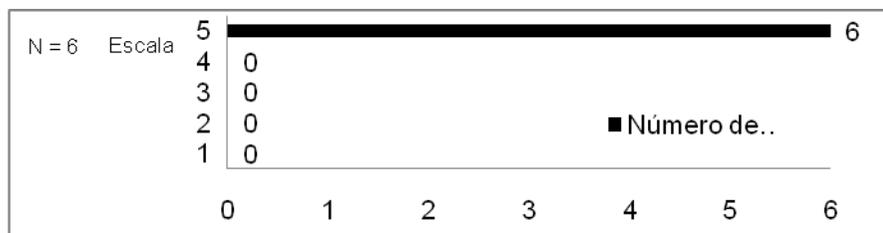
FIGURA 7: Histograma e a resposta padrão do item 1 da pesquisa relacionada a visão individualista e elitista.



1. Entre as personalidades que mais se destacaram na história do desenvolvimento da Física, qual importância você destaca com relação às contribuições de atividades científicas realizadas pelo sexo feminino durante as aulas de Física?

Pouco importante	1	2	3	4	5	Muito importante
	33,3%	0%	33,3%	0%	33,3%	

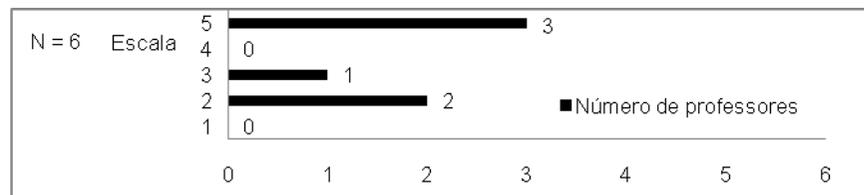
FIGURA 8: Histograma e a resposta padrão do item 2 da pesquisa relacionada a visão individualista e elitista.



2. Qual a possibilidade de uma aluna que se destaca nas áreas do conhecimento da Física a seguir no caminho da atividade científica, na sua visão?

Pouco provável	1	2	3	4	5	Muito provável
	0%	0%	0%	0%	100%	

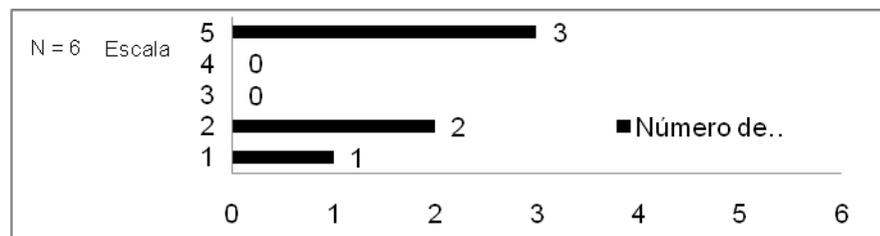
FIGURA 9: Histograma e a resposta padrão do item 3 da pesquisa relacionada a visão individualista e elitista.



3. Em seu discurso na sala de aula, qual ênfase você dá ao fato que os avanços na ciência são fruto de um trabalho coletivo de cientistas, em detrimento da idéia de que consiste da atividade de gênios isolados?

Pouco enfático	1	2	3	4	5	Bastante enfático
	0%	33,3%	16,7%	0%	50%	

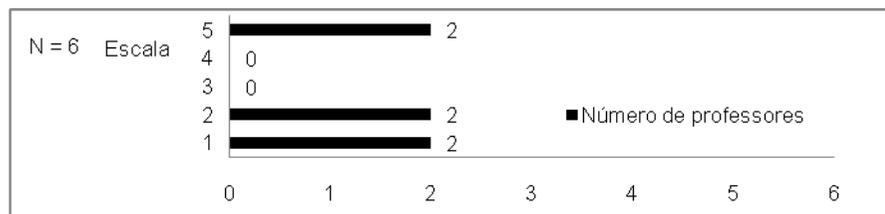
FIGURA 10: Histograma e a resposta padrão do item 4 da pesquisa relacionada a visão descontextualizada de CTSA.



4. Qual importância é transmitida nas aulas do papel da *tecnologia* para o avanço da Ciência?

Pouco importante	1	2	3	4	5	Muito importante
	16,7%	33,3%	0%	0%	50%	

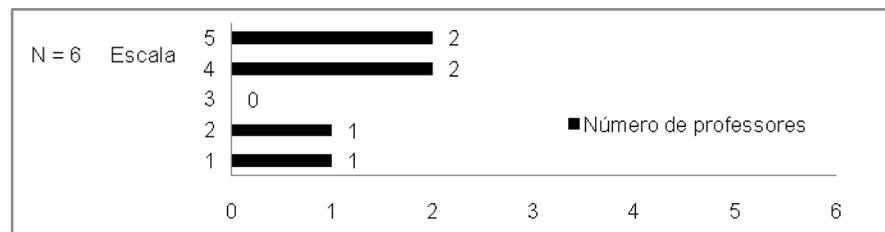
FIGURA 11: Histograma e a resposta padrão do item 5 da pesquisa relacionada a visão descontextualizada de CTSA.



5. O saber técnico da atividade de um eletricista frente ao conhecimento teórico de causa, recebe que nível de destaque ao seu ponto de vista?

Pouco relevante	1	2	3	4	5	Bastante relevante
	33,3%	33,3%	0%	0%	33,3%	

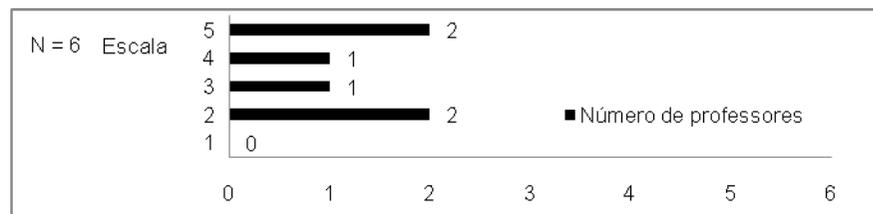
FIGURA 12: Histograma e a resposta padrão do item 6 da pesquisa relacionada a visão descontextualizada de CTSA.



6. Dentro de um índice de culpabilidade sobre a situação atual de deterioração crescente do planeta, o avanço da ciência e tecnologia se enquadra?

Menor responsável	1	2	3	4	5	Maior responsável
	16,7%	16,7%	0%	33,3%	33,3%	

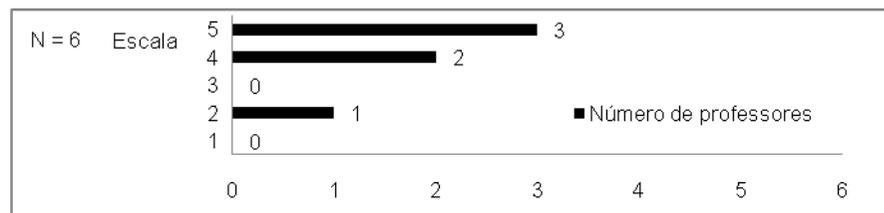
FIGURA 13: Histograma e a resposta padrão do item 7 da pesquisa relacionada a visão empiro-indutivista e atórica.



7. O 'Método Experimental' consiste basicamente na observação do fenômeno, coleta de dados, interpretação do fenômeno e solução de um problema (quando existe). Qual é a dimensão da eficácia desse método em um modelo de aprendizagem de investigação científica?

Pouco eficaz	1	2	3	4	5	Muito eficaz
	0%	33,3%	16,7%	16,7%	33,3%	

FIGURA 14: Histograma e a resposta padrão do item 8 da pesquisa relacionada a visão empiro-indutivista e atórica.



8. Quando existem atividades experimentais, em qual freqüência você utiliza o 'Método Científico' durante as aulas?

Pouco freqüente	1	2	3	4	5	Muito freqüente
	0%	16,7%	0%	33,3%	50%	

FIGURA 15: Histograma e a resposta padrão do item 9 da pesquisa relacionada a visão empiro-indutivista e ateórica.



9. Qual grau de importância você determina para explicar os mecanismos de funcionamento de instrumentos de medida em atividades experimentais, correlacionando com os valores das variáveis medidas observáveis?

Pouco importante	1	2	3	4	5	Muito importante
	33,3%	0%	0%	0%	66,7%	

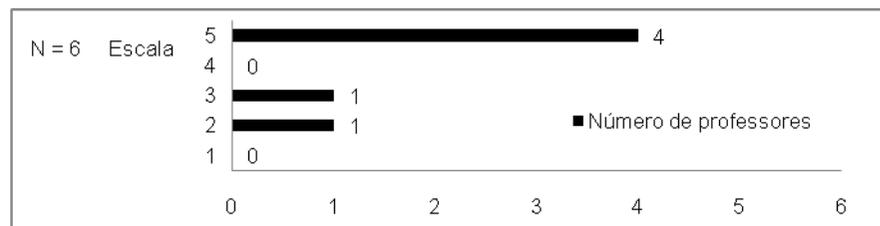
FIGURA 16: Histograma e a resposta padrão do item 10 da pesquisa relacionada a visão rígida, algorítmica e infalível.



10. O fato do 'Método Científico' ser uma seqüência de etapas bem definidas e rigorosas em atividades experimentais, qual o índice de sua importância que seu papel possa a vir desempenhar no processo de ensino-aprendizagem na Física?

Pouco importante	1	2	3	4	5	Muito importante
	0%	16,7%	0%	0%	83,3%	

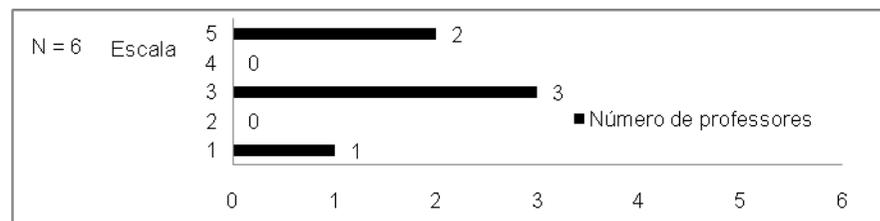
FIGURA 17: Histograma e a resposta padrão do item 11 da pesquisa relacionada a visão rígida, algorítmica e infalível.



11. Com qual freqüência você realiza demonstrações formais de equações na Física, através de deduções lógicas, sem que haja uma verificação fenomenológica?

Pouco freqüente	1	2	3	4	5	Muito freqüente
	0%	16,7%	16,7%	0%	66,7%	

FIGURA 18: Histograma e a resposta padrão do item 12 da pesquisa relacionada a visão rígida, algorítmica e infalível.



12. Com qual freqüência você utiliza a mesma metodologia de ensino quando entra em diversas salas de aula para explicar o mesmo conteúdo?

Pouco freqüente	1	2	3	4	5	Muito freqüente
	16,7%	0%	50%	0%	33,3%	

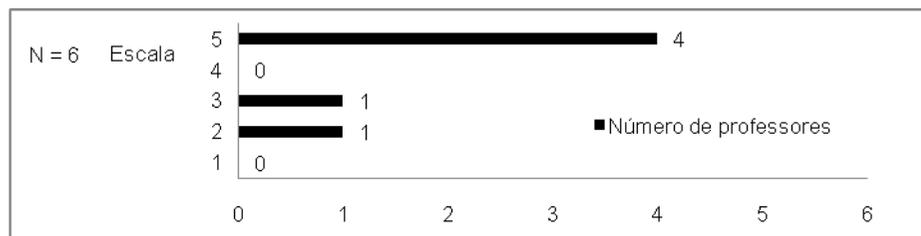
FIGURA 19: Histograma e a resposta padrão do item 13 da pesquisa relacionada a visão aproblemática e ahistórica (ergo acabada e dogmática).



13. Qual relevância esta em problematizar e considerar as concepções prévias do aluno em um conteúdo novo de Física?

Pouco relevante	1	2	3	4	5	Muito relevante
	33,3%	16,7%	16,7%	0%	33,3%	

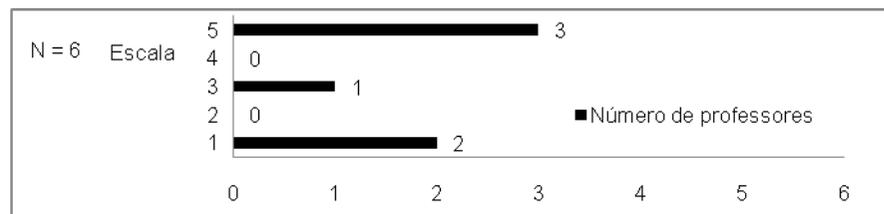
FIGURA 20: Histograma e a resposta padrão do item 14 da pesquisa relacionada a visão exclusivamente analítica.



14. Fazer a interdisciplinaridade com qualquer conteúdo da Física, ou seja, vincular o problema científico em diferentes campos da ciência ou dentro da própria Física, você estabelece qual índice para essa possibilidade?

Impossível	1	2	3	4	5	Possível
	0%	16,7%	16,7%	0%	66,7%	

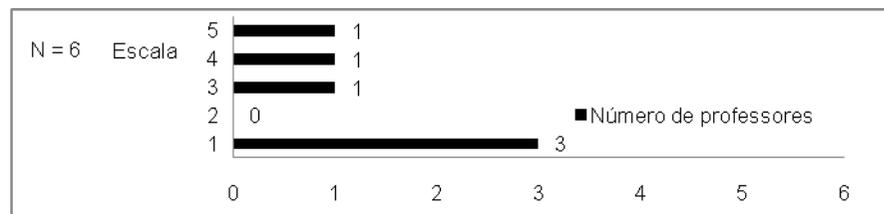
FIGURA 21: Histograma e a resposta padrão do item 15 da pesquisa relacionada a visão acumulativa e crescimento linear.



15. A necessidade de expor teorias rivais alternativas no conhecimento da Física se enquadra em qual relevância na sua prática docente?

Pouco necessário	1	2	3	4	5	Muito necessário
	33,3%	0%	16,7%	0%	50%	

FIGURA 22: Histograma e a resposta padrão do item 16 da pesquisa relacionada a visão acumulativa e crescimento linear.



16. Um novo conhecimento na Física ou uma teoria revolucionária para que seja aceita como verdade em uma comunidade científica, você acredita que ela ocorre historicamente abrupta por mentes geniosas ou mais lentamente através do esforço coletivo?

Lentamente	1	2	3	4	5	Abruptamente
	50%	0%	16,7%	16,7%	16,7%	

– ANEXO 4 –

– QUESTIONÁRIO AVALIATIVO DA PROPOSTA METODOLÓGICA –

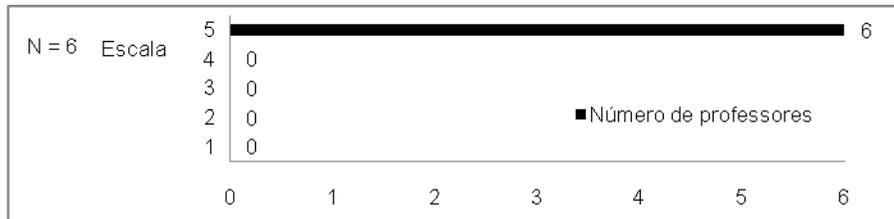
FIGURA 23: Histograma e a resposta padrão do item 1 da pesquisa relacionada a contribuição do manual para a realização de demonstrações na termologia.



1. Você acredita que a elaboração desse *manual de orientações metodológicas de demonstrações investigativas* possa contribuir em sua prática docente, no ensino da termologia e em outros temas da física?

Pouco favorável	1	2	3	4	5	Muito favorável
	0%	0%	0%	0%	100%	

FIGURA 24: Histograma e a resposta padrão do item 2 da pesquisa relacionada a contribuição das demonstrações no aculturação científico.



2. O *manual de orientações metodológicas de demonstrações investigativas* contribui no aculturação científico nas práticas docentes ao transmitir uma visão mais correta de *CTSA*?

Contribui pouco	1	2	3	4	5	Contribui bastante
	0%	0%	0%	0%	100%	

FIGURA 25: Histograma e a resposta padrão do item 3 da pesquisa relacionada a seleção, organização e estrutura dos conteúdos abordados nas demonstrações.



3. Quanto à seleção, organização e estrutura dos conteúdos da termologia, onde na qual parte da correlação das *Propriedades da Matéria* com o *Modelo Cinético-Molecular*, você está de acordo que esta foi uma escolha apropriada na construção dos conhecimentos da termologia?

Pouco favorável	1	2	3	4	5	Muito favorável
	0%	0%	0%	0%	100%	

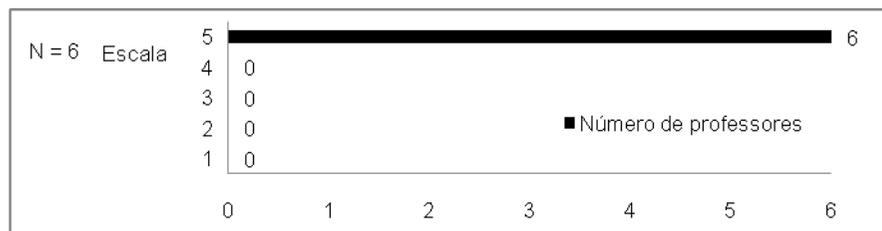
FIGURA 26: Histograma e a resposta padrão do item 4 da pesquisa relacionada a proposta metodológica em ciclos investigativos na termologia.



4. Qual é a sua posição quanto à proposta metodológica em ciclos investigativos através de demonstrações experimentais em sala nas aulas de termologia?

Pouco favorável	1	2	3	4	5	Muito favorável
	0%	0%	0%	0%	100%	

FIGURA 27: Histograma e a resposta padrão do item 5 da pesquisa relacionada as demonstrações diante da ausência de laboratório de experimentação.



5. As Demonstrações Investigativas são fáceis de serem aplicadas, ainda que a escola não possua laboratório de ciências?

Pouco útil	1	2	3	4	5	Muito útil
	0%	0%	0%	0%	100%	

FIGURA 28: Histograma e a resposta padrão do item 6 da pesquisa relacionada a contribuição da proposta nos conhecimentos didático-metodológicos.



6. A proposta vem a contribuir em seus conhecimentos didático-metodológicos nas atividades experimentais demonstrativas?

Pouco favorável	1	2	3	4	5	Muito favorável
	0%	0%	0%	0%	100%	

FIGURA 29: Histograma e a resposta padrão do item 7 da pesquisa relacionada ao apoio metodológico do manual nas atividades demonstrativas.



7. Você se sente seguro de aplicar essa metodologia de ensino, tendo o manual como apoio nas orientações metodológicas?

Pouco seguro	1	2	3	4	5	Muito seguro
	0%	0%	0%	0%	100%	

FIGURA 30: Histograma e a resposta padrão do item 8 da pesquisa relacionada a aplicação da metodologia em outros conteúdos da Física.



8. É possível aplicar essa metodologia em outros conteúdos da Física?

Pouco favorável	1	2	3	4	5	Muito favorável
	0%	0%	0%	0%	100%	

FIGURA 31: Histograma e a resposta padrão do item 9 da pesquisa relacionada a viabilidade da proposta nas disciplinas química, biologia e matemática.



9. E em outras disciplinas como química, biologia e matemática?

Pouco favorável	1	2	3	4	5	Muito favorável
	0%	0%	0%	0%	100%	

FIGURA 32: Histograma e a resposta padrão do item 10 da pesquisa relacionada às funções e tarefas docentes estabelecidas nas etapas da proposta.



10. Categorização do ensino experimental estabelecendo as funções docentes e suas tarefas nas etapas metodológicas estão apresentadas de forma clara, prática e significativa para a melhoria do ensino da física da termologia?

Ruim	1	2	3	4	5	Muito bom
	0%	0%	0%	0%	100%	

