

MÉTODO INVESTIGATIVO E A ELABORAÇÃO DE UM VÍDEO: UMA PROPOSTA PARA APRENDIZAGEM DE CONCEITOS, MÉTODOS E ATITUDES NO ENSINO DA FÍSICA

METHOD OF PREPARATION AND INVESTIGATIVE VIDEO: A PROPOSAL FOR LEARNING CONCEPTS, METHODS AND ATTITUDES IN THE TEACHING OF PHYSICS

BRAGA, Marcel B. P.; UEA; marcelbruno79@hotmail.com
MONTEIRO, Hiléia M.; UEA; hileiamaciel@hotmail.com

RESUMO

Serão apresentados critérios estruturantes para um ensino de Física por investigação na visão construtivista, dessa forma buscará justificar as atividades investigativas como processo válido na concepção Ausubel e Vigotski de aquisição de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais, assim como a necessidade de mudança na prática docente. Nesse processo, foi sugerida a elaboração de um vídeo para analisar e refletir sobre a aprendizagem de procedimentos e atitudes, visando à formação de normas de conduta dentro de uma visão coerente da ciência. Para uma análise diagnóstica dessa estratégia metodológica, foi apresentada uma atividade de demonstração investigativa com alunos do curso de engenharia elétrica de uma instituição privada durante aulas da disciplina 'Introdução à Termodinâmica, Vibração e Fluidos'. Em segundo momento foi solicitada uma atividade de experimentação acompanhada de relatório em grupo com as devidas orientações metodológicas, assim como a elaboração de um vídeo como material destinado a discussões e intercâmbio de idéias finalizando a atividade. Dessa forma, foram encontrados indicativos que justificam a necessidade e relevância de um ensino por investigação aliando as modalidades demonstrativas e de experimentação laboratoriais, tendo a elaboração de um vídeo nesse processo de aprendizagem a viabilizar possibilidades educativas, tanto na aquisição de conteúdos de modo geral, como também nos mecanismos metacognitivos estabelecidos que favoreceram a regulação e consolidação desses conhecimentos.

Palavras- chave: Ensino por Investigação, Atividades experimentais, Vídeo, Aprendizagem.

ABSTRACT

Structuring criteria will be presented to a teaching physics for research in constructivist view thus seek to justify the investigative activities as valid process in the design of Ausubel and Vygotsky acquisition of conceptual content, procedural and attitudinal as well as the need for change in teaching practice. In this process, it was suggested that making a video to analyze and reflect on learning procedures and attitudes in order to form standards of conduct within a coherent view of science. For a diagnostic analysis of this methodological strategy was presented a demonstration investigative activities with students of electrical engineering from a private school during the course 'Introduction to Thermodynamics, Fluid and Vibration'. In second place was a requested activity accompanied by a report experimental group with the

appropriate methodological guidelines, as well as the development of a video material for discussions and exchange of ideas ending the activity. Thus, we found indications that justify the need and relevance of teaching by research combining the methods of experimentation and demonstration laboratory, and the development of a video in this learning process to enable educational possibilities, both for acquiring content in general, as well as the mechanisms that favored established metacognitive regulation and consolidation of this knowledge.

Key-words: Education for Research Activities experimental, Video, Learning.

INTRODUÇÃO

Um ensino de ciências mais experimental é uma necessidade consensual entre os pesquisadores no Brasil, muitos autores se esforçam em mostrar caminhos que facilite e estimule os professores a realizarem essa prática de forma metodologicamente correta e simples em sala de aula, por outro lado, existe a falta de compromisso docente sendo justificada por vezes na falta de tempo para planejar, ausência de materiais de laboratório e de apoio. Uma mudança de atitude em sua prática deve-se partir da reflexão sobre sua própria ação e durante a sua ação, buscando identificar os pontos falhos na metodologia usada e agir com autonomia na tomada de decisão para os desdobramentos que visem à solução e possibilidades educativas. Um caminho que viabilize esse processo na disciplina da Física é um ensino experimental que explore os aspectos investigativos da ciência, proporcionando não apenas aprendizagem de conceitos, mas também de métodos e atitudes, pois a realização da prática experimental, revela não é ser autosuficiente, sendo necessário fundamentar, estruturar e sistematizar metodologicamente com instruções da psicologia educacional, caso contrário, essas práticas experimentais está fadado ao fracasso. Realizar ou solicitar uma atividade experimental já tendo abordado os principais problemas e soluções relacionados ao conteúdo, é um mecanismo de ensino que apresenta o conhecimento de forma acabado e imediato, onde os alunos recebem os conceitos de forma mecânica, dando a impressão que tudo já foi descoberto e apenas é necessário *ilustrar/verificar* as leis e princípios das teorias, e com isso, a retenção significativa dos conceitos não passa da intenção na intersubjetividade existente no processo de ensino-aprendizagem, sendo valorizados demasiadamente a mera apreciação e elementos motivacionais frente a esses aspectos. De um modo mais específico, será discutido o método experimental demonstrativo para o ensino da física, sendo analisada a necessidade da inerência desses aspectos para esta modalidade de ensino.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A fundamentação teórica concentra-se em mudar a ênfase dos *métodos expositivos* para os *métodos ativos* (ALVES, 2006) no ensino da física, pois esta ciência caracteriza-se como eminentemente fenomenológica, e, no entanto, as aulas expositivas são predominantes e exploradas demasiadamente em detrimento das atividades experimentais, sejam as *demonstrações em sala de aula, experimentação laboratoriais, ou estudos do meio* (PCN+, BRASIL, 2002).

Dentro de um paradigma construtivista, pesquisadores (CACHAPUZ *et al*, 2005; CARVALHO *et al*, 1999, 2006) apontam que o ensino experimental tem a necessidade de possuir o caráter investigativo, onde o aluno torna-se um agente ativo na busca para descobrir as leis da Física, e o professor assume um papel de guia/mediador nesse processo de educação científica. Destaca-se a importância do aspecto emocional envolvido, e que se o objetivo é o ensino de procedimentos científicos, o método é conteúdo, pois, o processo é tão importante

quanto o produto, em outras palavras, a aprendizagem de procedimentos e atitudes torna-se, dentro do processo de aprendizagem, tão importante quanto a aquisição de conceitos (CARVALHO *et al*, 1999), de acordo com a visão construtivista de Gil & Carrascosa (1985) na proposta de *mudança conceitual, metodológica e atitudinal*.

Para os fins da educação científica, no caso da física no ensino médio, foram estabelecidas cinco metas ou finalidades possivelmente viáveis de assumir (POZO & CRESPO, 2009): (1) A aprendizagem de conceitos e a construção de modelos; (2) O desenvolvimento de habilidades cognitivas e de raciocínio científico; (3) O desenvolvimento de habilidades experimentais e de resolução de problemas; (4) O desenvolvimento de atitudes e valores; (5) A construção de uma imagem da ciência.

QUADRO 1. Tipos de conteúdo, metas e visão de ciência no currículo de ciências.

Tipos de conteúdo	Mais específicos	↔	Mais gerais
Conceituais	Fatos/dados: (1)		Conceitos
Procedimentais	Técnicas (2) e (3)		Normas
Atitudinais	Atitudes (4)		Normas
*Visão Coerente da Ciência (5)	É transversal aos tipos de conteúdo citados, e ajuda não somente a identificar as características do conhecimento científico, mas principalmente, a diferenciar e valorar esse saber em comparação com outros tipos de discurso e de conhecimento social.		

Fonte: Pozo & Crespo (2009). Adaptação: Braga (2011).

Na intencionalidade de superar dois critérios estruturantes para o ensino de ciências (CARVALHO *et al*, 2006), *o problema das metodologias de ensino e o papel do professor* (como ensinar?), proposta metodológica busca um ensino eficaz para a Física valorizando todos os tipos de conteúdo se concentrando nestes principais obstáculos-objetivo: (1) proporcionar a *alfabetização científica*¹, (2) superar as *visões deformadas da CTSA*², (3) fundamentar as *atividades experimentais investigativas* nas ações dos alunos. Outro problema a ser enfrentado é o do *conteúdo* (o que ensinar?), mas não será enfatizado neste trabalho, e o conteúdo analisado arbitrariamente foi o de fluidos. Dessa forma, a preocupação está nas ações docentes e discentes, antes, durante e após as atividades educativas.

A intencionalidade está na potencialização das atividades experimentais ao combinar duas modalidades consecutivamente, onde, as *demonstrações investigativas* estão em momento inicial, e as experimentações em *laboratório aberto*³ posteriormente, visando uma crescente autonomia dos alunos na investigação dos fenômenos, e uma aproximação gradativa com as atividades práticas, para que eles possam além de analisar criteriosamente os fenômenos pela observação não-passiva, possibilitar o contato direto acompanhado de tomadas de decisões e de *consciência metaconceitual*⁴ (BRAGA, 2010; CARVALHO, 1999, 2005, 2010).

¹O movimento de alfabetização científica deve atingir o aspecto *prático* do cotidiano, *cívico* quanto ao discernimento em critérios científicos nas decisões política, e *cultural* ao reconhecer a importância da natureza da ciência e de sua incidência na configuração social. Também citado por Bybee (1997) como alfabetização científico-tecnológica multidimensional (CACHAPUZ *et al*, 2005).

² Estas visões podem ser transmitidas por ação ou omissão aos alunos, dentre elas, tem-se: (1) descontextualização; (2) concepção individualista e elitista; (3) concepção empiro-inductivista e atórica; (4) concepção rígida, algorítmica e infalível; (5) aproblemática e ahistoria; (6) analítica exclusiva; (7) acumulativa, de crescimento lineal (CACHAPUZ *et al*, 2005).

³É um tipo de laboratório em que o aluno participa ativamente de todas as etapas, desde a elaboração de hipóteses, até a elaboração da conclusão, junto com o professor. Ao final do trabalho, é produzido um relatório experimental, que o conjunto de todas as etapas desenvolvidas em classe, com gráficos, equacionamento de retas, etc (CARVALHO *et al*, 1999).

⁴ A formação da consciência individual se dá no momento em que o pensamento autônomo se apropria do discurso de outro, onde na qual, sua distinção é ativado no desenvolvimento (JÚNIOR & MORTIMER, 2005).

A demonstração didática experimental *a priori* é classificada com uma técnica de ensino específica (VEIGA, 2003) inerente ao método expositivo, tendo como característica inata a possibilidade de ilustrar alguns aspectos dos fenômenos físicos abordados tornando-os de alguma forma perceptíveis e com possibilidade de propiciar aos estudantes a elaboração de representações concretas referenciadas. Em nosso contexto pós-moderno, a ‘clientela’ nas escolas são muito diversificadas e convivem com um avanço da tecnologia sendo ‘seduzidos’ pelos produtos da produção moderna, com isso o ensino deve acompanhar essa dinâmica com uma visão mais atualizada de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente – CTSA – (CACHAPUZ *et al*, 2005), mostrando a ciência como um processo em que o conhecimento científico é e foi socialmente construído (CARVALHO *et al*, 1999, 2006), e assim tentar minimizar o descompasso ou anacronismo entre o que se ensina e a realidade mutante do contexto.

“Compreender as ciências como construções humanas, entendendo como elas se desenvolveram por acumulação, continuidade ou ruptura de paradigmas, relacionando o desenvolvimento científico com a transformação da sociedade”.
(PNCEM)

No modelo construtivista apresentam-se elementos importantes no processo de ensino como a dialogicidade, a dialética e a crítica, onde traz implicações importantes como o fato de conceber o currículo não somente como um conjunto de conhecimentos e habilidades, mas como um programa de atividades através das quais esses conhecimentos e habilidades possam ser construídos e adquiridos (CARVALHO, 2006 *apud* DRIVER & OLDHAM, 1986). Segundo Matui (2006), qualquer que seja o método construtivista não difere muito do procedimento didático de interrogatório conhecido como *método clínico-crítico* de Piaget, com isso reforça uma proposta cognitivista de um ensino de ciências por investigação, com as mesmas características da investigação científica, tendo finalidades didáticas, onde na qual são inerentes as etapas de formulação de perguntas e hipóteses seguida de uma investigação para verificar as hipóteses e discussão. Seguir esse processo torna-se razoável pelo fato exercer sua função no modelo pedagógico que é de aproximar o modelo de aprendizagem com o modelo consensual científico, valorizando as concepções dos alunos na (re)construção dos modelos (LIMA, 2007).

Os aspectos da atividade científica que podem ser explorados em uma atividade investigativa segundo Carvalho *et al* (2006) *apud* Gil & Castro (1996), são: (1) apresentar situações problemáticas abertas; (2) favorecer a reflexão dos estudantes sobre a relevância e o possível interesse das situações propostas; (3) potencializar análises qualitativas significativas, que ajudem a compreender e acatar as situações planejadas e a formular perguntas operativas sobre o que se busca; (4) considerar a elaboração de hipóteses como atividade central da investigação científica, sendo esse processo capaz de orientar o tratamento das situações e de fazer explícitas as pré-concepções dos estudantes; (5) considerar as análises, com atenção nos resultados (sua interpretação física, confiabilidade etc.), de acordo com os conhecimentos disponíveis, das hipóteses manejadas e dos resultados das demais equipes de estudantes; (6) conceder uma importância especial às memórias científicas que reflitam o trabalho realizado e possam ressaltar o papel da comunicação e do debate na atividade científica; (7) ressaltar a dimensão coletiva do trabalho científico, por meio de grupos de trabalho, que interajam entre si.

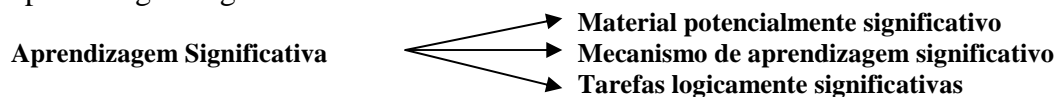
Uma demonstração experimental investigativa (DEI), segundo (CARVALHO *et al* 1999, 2006) se define como uma modalidade didática investigativa onde na qual partem da apresentação de um problema ou de um fenômeno a ser estudado e levam à investigação a respeito desse fenômeno, caracterizando com um caminho promissor de estudo e análise, pois tornam os alunos agentes na construção de seu próprio conhecimento.

A fundamentação quanto à psicologia educacional se concentra no cognitivismo, com influência direta nas concepções de Ausubel e Vigotski, onde as demonstrações experimentais investigativas (*DEIs*), nessa proposta podem ser definidas como *método de ensino experimental investigativo baseado na mediação semiótica* (contribuições da interação sociocultural – método interpessoal), *onde se expõe e manipulam modelos físicos visando à aquisição significativa de conceitos através de assimilação subsunciva* (análise do processo cognitivo – método intrapessoal).

A Teoria da Assimilação da Aprendizagem e Retenção Significativas de Ausubel (2003) parte da premissa de que os alunos devem sugerir condições necessárias para que de fato ocorra aquisição de conceitos pelos alunos ou *Aprendizagem Significativa (AS)*. As principais contribuições esta na seleção e hierarquização na abordagem dos conceitos visando uma *aprendizagem significativa*, e uso da abordagem histórica inicial como organizador prévio.

Pode-se afirmar que a *AS* 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 Ausubel define como conceito subsunçor, ou simplesmente subsunçor, existente na estrutura cognitiva do indivíduo. A Estrutura Cognitiva significa estrutura hierárquica de conceitos que são representações de experiências sensoriais 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 funcionem dessa forma, como ponto de ancoragem às novas idéias e conceitos, *potencialmente significativos*, ou seja, relacionável ou incorporável.

Com isso, uma abordagem de ensino de Física onde o conhecimento é exposto de forma direta, imediata e acabada, desconsiderando a preocupação com os conhecimentos prévios dos alunos, e assim remetendo a uma provável *aprendizagem mecânica*, muitas vezes acompanhada por métodos ineficazes e repetitivos como a memorização e resolução demasiada de exercícios, ignorando a possibilidade de conceitos mais inclusivos na estrutura cognitiva dos alunos (subsunçor), e assim configurando como uma *aprendizagem por recepção* de forma não significativa, apesar de que a aprendizagem significativa ser, sobretudo uma aprendizagem por recepção (AUSUBEL, 2003). A aprendizagem mecânica somente é necessária na inexistência de subsunçores, no entanto é preciso verificar previamente antes de tomar uma decisão na forma de ensino. Uma alternativa é a *aprendizagem por descoberta*, onde 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. Além disso, Ausubel (2003) destaca os seguintes elementos para uma aprendizagem significativa:



O *material potencialmente significativo* escolhido foram baseados em objetos simples e de baixo custo, garrafas plásticas pet, alfinetes com diâmetros variados, mangueiras diversas, óleo vegetal, água e corante. O *mecanismo de aprendizagem* esta na união de aula expositiva acompanhada de atividades experimentais, buscando uma unidade dialética entre a teoria e prática. As *tarefas foram logicamente* determinadas, seguindo um maior grau de dificuldade, autonomia e controle dos dados no desenvolvimento da investigação por parte dos alunos.

Na concepção de Vigotski (1896 – 1934), considera-se 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 Vigotski, 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 (BRAGA, 2010).

As contribuições mais diretas de Vigotski esta na elaboração dos materiais que favoreçam o compartilhamento de significados, assim como a apresentação de signos pelo professor aos alunos mediante ao uso das aulas expositivas e apresentação de modelos físicos experimentais (demonstrações), valorizando o intercambio de idéias entre alunos, formando grupos sempre identificando um indivíduo mais capaz como líder no grupo, ou seja, o aspecto de interação sociocultural promovendo aprendizagem nos processos mentais superiores, e buscando a zona de desenvolvimento proximal quando submetidos a situações –problema que exijam maior autonomia e tomada de decisões no processo investigativo.

No processo investigativo da metodologia proposta, inclui-se a *elaboração de um vídeo* pelos alunos, sem a função de orientador prévio, mas sim como recurso pedagógico que possibilite metacognição, regulação e consolidação dos conteúdos. A intencionalidade desse procedimento metodológico sugerido esta no fato de possibilitar a visualização posterior das atividades dos alunos, não somente pelo professor como também por todos os alunos, e com isso, favorece uma reflexão sobre a necessidade da aprendizagem de métodos e atitudes, como por exemplo, evitar a desconcentração nas atividades científicas, cuidados com o manejo dos procedimentos, descreverem meticulosamente as ações antes de executar para assim ser analisado se o procedimento foi feito com a destreza esperada, a importância do relato e das discussões diante de cada processo, e destacar a elaboração de previsões a serem investigadas, questionadas e refutadas com a sua verificação.

De acordo com Kalhil (2003), em sua tese destaca a importância de se utilizar novas tecnologias da informação e comunicação na investigação, com isso, acredita-se que além da utilização de vídeos como recurso de análise para o professor-pesquisador, também pode ser recurso pedagógico de aprendizagem tornando os alunos próprios autores e elaboradores destes materiais, enriquecendo com diversos caminhos educativos, estimulando com a valorização de suas tomadas de decisões, obviamente obedecendo a orientações e critérios do professor, fornecendo a oportunidade de autocrítica e críticas coletivas ao visualizar o vídeo produzido, intercambio de idéias entre alunos e professor, além de possuir os aspectos necessários para um processo na regulação e aspectos metacognitivos durante a construção do conhecimento científico.

Menezes (2008) destaca a importância da elaboração de vídeos como material de apoio aos professores, mecanismo de estímulo e motivação, além de recurso de análise no processo ensino-aprendizagem,

“[...] a introdução do uso de tecnologias na educação, em especial a informática, de forma prazerosa, sem os anseios que, geralmente, têm acompanhado experiências desse gênero. O acompanhamento desse processo, a identificação e análise das necessidades dos envolvidos estavam entre os outros objetivos desse projeto, assim como ainda visava-se, a longo prazo, produzir conteúdos, tais como textos, materiais didáticos, análise de vídeos e materiais de apoio na formação de professores [...]”.

OBJETIVOS

GERAL

- Analisar o método de atividades experimentais investigativas e justificá-la como processo alternativo eficaz a promover uma aprendizagem significativa de conceitos, métodos e atitudes, quando aliado a elaboração de um vídeo.

ESPECÍFICOS

- Verificar as implicações das teorias de aprendizagem nas atividades experimentais investigativas no ensino de Física;
- Promover uma mudança conceitual, atitudinal e metodológica;
- Expor as concepções espontâneas dos alunos em cada grupo, além dos conteúdos gradativamente assimilados, por meio da elaboração de um vídeo;
- Estabelecer uma visão coerente da ciência.

METODOLOGIA

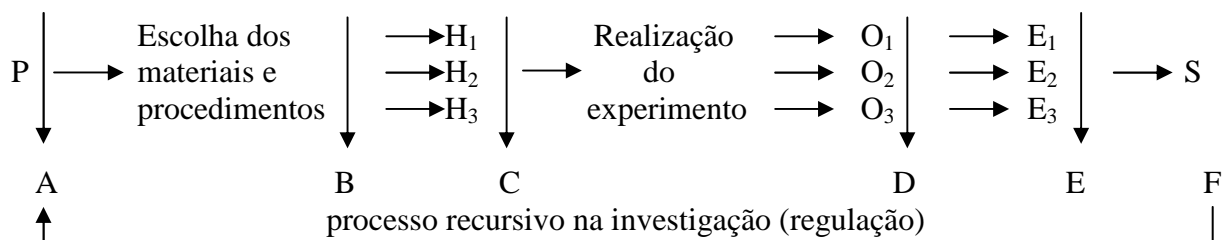
A pesquisa utilizada é a de pesquisa-ação, de caráter qualitativo, segundo Thillent (2007), com enfoque *fenomenológico-hermenêutico*⁵, na qual se visa esclarecer os problemas de aprendizagem, onde na parte prática foi usada o tipo de amostragem é estratificada em sentido amplo, e aleatório simples no aspecto mais específico. Foi realizada uma atividade experimental demonstrativa com caráter verificativo e de consolidação dos conceitos relacionados à temática ‘Estática dos Fluidos’ (RESNICK & HALLIDAY, 4ª Edição), referente à disciplina ‘Introdução à Termodinâmica, Vibrações e Fluidos’ com os alunos do segundo período de engenharia de uma universidade privada.

Seguindo um ensino tradicional, baseado na exposição oral dos conceitos e exemplos de exercícios, foi solicitada a resolução de uma lista de exercícios. Depois de duas semanas, fazendo exemplos e tirando dúvidas, constata-se uma grande dificuldade na aprendizagem, tanto nos aspectos de interpretação quanto nos procedimentos de representação esquemática e matematização. Após serem abordados e discutidos qualitativamente os Princípios de Pascal e Arquimedes, assim como o Teorema de Stevin, suponha-se que se iniciou o processo de aprendizagem. Após esse processo, foi explicado detalhadamente a proposta metodológica investigativa experimental, onde foi dividida em dois momentos: (1) fazer o experimento de acordo com os procedimentos adotados elaborar um relatório; (2) elaborar um vídeo de duração mínima de dez (10) minutos, onde abordagem estaria livre para a criatividade, contanto que não fugisse do tema e consta-se o conhecimento científico. Foi elaborado um modelo de relatório auto-explicativo que continha as seguintes informações quanto aos detalhes dos procedimentos a serem adotados:

⁵ No processo do conhecimento, o enfoque fenomenológico-hermenêutico acentua a intencionalidade e a experiência do sujeito, que constrói símbolos e significados para comunicar e interpretar os eventos do dia-dia. Pretende-se desvendar o sentido da pesquisa, compreender o fenômeno e as intenções envolvidas.

No modelo de relatório foi detalhado alguns procedimentos a serem tomados, destaca-se: É imprescindível os elementos: Problema (P), Hipóteses (H), Observação (O) e a Explicação do grupo (E). Inicialmente tem-se a explicação de cada indivíduo, relacionado a sua hipótese, depois deve ser colocada uma solução consensual dos alunos após discussão coletiva, alunos que não participarem dessa atividade, devem ser excluídos da investigação. Essa observação não deve ser ignorada de maneira alguma, componente que não estiver presente na hora da realização do experimento deve ser excluído da atividade investigativa, pois se ele vier trazer dados posteriores irá influenciar na explicação do problema, pois sendo realizado o experimento em outra oportunidade, será considerado outro evento distinto. Lembrar que o experimento deve ser realizado por apenas um único aluno, e deve ser registrado por todos.

Os números subscritos (P, H, O e E) relaciona-se a um determinado componente do grupo, e deve ser definido e descrito inicialmente pelo grupo no início do relatório. No final de cada investigação deve-se chegar a uma solução consensual da equipe (baseada no senso comum), podendo em seguida recorrer a livros e pesquisa para uma reflexão sobre os resultados obtidos (essa etapa é a mais fundamental). Um esquema estrutural da primeira etapa da investigação para esses procedimentos pode ser visualizado da seguinte forma:



Este esquema de procedimento será utilizado tanto na primeira etapa onde na qual será realizada uma demonstração investigativa, quanto na segunda etapa em que os alunos irão realizar experimentação, sugestivamente em modo de laboratório aberto, possibilitando a orientação de professores nas atividades discentes, mas com maior autonomia dos alunos quanto as escolhas de materiais a serem utilizados, a elaboração de problemas e a solução consensual dos grupos, onde o conhecimento científico deverá ser apresentado posteriormente pelo professor.

O detalhamento e justificação das etapas procedimentais na primeira fase de aplicação da proposta podem ser a seguinte:

- A: O problema deve ser discutido e elaborado em grupo, e com isso, deve estar claro a todos.
- B: A escolha dos materiais para a montagem e a forma dos procedimentos devem ser definidos e registrados.
- C: As hipóteses devem ser registradas individualmente antes, sem interferência externa e interna no grupo (para evitar o pensamento em grupo), como se cada aluno fosse um investigador, porém, em seguida deve-se abrir uma discussão coletiva.
- D: Deve-se registrar tudo o que foi percebido pelos sentidos, assim como os procedimentos utilizados no experimento, e verificar as hipóteses individuais, em seguida abre-se uma nova discussão.
- E: Tenta-se explicar a verificação positiva ou negativa das hipóteses, em seguida um discussão final visando uma solução consensual do grupo de investigadores, lembrar que a solução final deve ser baseada no conhecimento científico, colocando a prova a solução consensual dos alunos. Após esse processo, deve-se instigar os alunos elaborarem novos problemas a serem investigados, aproveitando a influência da curiosidade em modificar o experimento, seja na ordem dos procedimentos ou na substituição/modificação de uma das

variáveis envolvidas nos materiais, ou seja, a estratégia metodológica não é rígida e podem ocorrer outros ciclos de investigação.

F: O processo de consolidação da aprendizagem baseia-se na verificação e análise dos relatos registrados, debatendo o pensamento inicial antes das discussões e da realização do experimento, e do que eventualmente mudou. Este mecanismo metacognitivo pode ser instrumentalizado com a elaboração de mapas conceituais entre outros, mas a sugestão da proposta está na elaboração de um vídeo de 10 minutos feita com toda a autonomia pelos alunos, sendo visualizado e analisado posteriormente em sala, abrindo uma série de reflexões. Nesta atividade, no caso, os alunos já estariam em um novo ciclo de investigação, concentrado um novo problema.

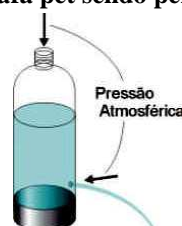
QUADRO 2. Orientações metodológicas adotadas nas atividades experimentais investigativas.

1º	A preparação do experimento : escolher os tipos de materiais a serem utilizados na elaboração do experimento, e justificar essa escolha.
2º	Deve-se elaborar um problema a serem investigados. Lembrar que um problema é algo que não se tem certeza de estar certo. O problema estar claro, e dever ser comum a toda a equipe;
3º	A elaboração de hipóteses . As hipóteses são previsões que se apresentam como uma resposta padrão antecipada ao problema, onde geralmente são baseadas pelo senso comum. A realização do experimento deve ser feita por apenas um componente do grupo, para que os erros procedimentais não interfiram demasiadamente na coleta de dados e registros procedimentais. Os procedimentos que serão feitos devem ser descritos antes da realização do experimento. Deve-se identificar os fatores externos que possam influenciar na observação do experimento. Os outros componentes podem manipular o experimento com a finalidade de investigar e verificar hipóteses ou formular novos problemas;
4º	Devem-se registrar tudo o que for apresentado no evento, desde os materiais utilizados quanto aos procedimentos e detalhes, com isso, durante a realização do experimento, todos os componentes devem estar atenciosos com papel e caneta registrando tudo o que se acontece de forma independente.
5º	O componente que realizar o experimento deve mostrar clareza de suas ações explicando cada etapa, descrevendo seus procedimentos , pois dessa forma revela-se a intenção de seus atos e com isso pode ser verificado erros procedimentais.
6º	Deve-se verificar cada hipótese e justificá-la , ainda que ela seja evidenciada ou não. Cada componente deve interperlar ao grupo para justificara verificação de sua hipótese. Lembrar que todas as justificativas devem ser registradas e incluídas no relatório do grupo. Na ausência das justificativas de componentes do grupo, o grupo perderá ponto.
7º	Após a discussão e o debate diante da verificação das hipóteses, deve-se buscar uma solução consensual da equipe para o problema. A solução deve se apoiar no conhecimento físico trabalhado e discutido anteriormente. Caso haja necessidade, pode-se refazer o experimento para analisar a solução proposta, ou para investigar novas situações problemas. Será analisada a criatividade da equipe na elaboração e realização do experimento, pois as situações estão abertas para modificações, e assim, possibilitar a investigação de novos problemas.
8º	

Fonte: Braga (2011).

Entre vários experimentos realizados, segue especificamente a abordagem do experimento relacionado à *mecânica dos fluidos*, que consistia em uma garrafa pet de plástico, fechada e cheia de água sendo perfurada por alfinetes (SAAD, 2005). As situações foram às seguintes: Situação (1) – Sendo perfurada externamente na parte inferior, com a tampa fechada libera-se o furo; Situação (2) – Sendo perfurada externamente na parte inferior, com a tampa aberta libera-se o furo.

ILUTRAÇÃO DA SITUAÇÃO FÍSICA: Garrafa pet sendo perfurada por alfinetes em diversos níveis



RESULTADOS

Os resultados baseiam-se nas análises dos relatórios, discussões em sala de aula, reflexões diante da exposição dos vídeos. A pesquisa demonstra a dificuldade na assimilação da metodologia, ou nas dificuldades em relatar tudo o que observam, com isso, evidencia que o ensino da metodologia deve ser repetido consecutivamente, pois essa aprendizagem de métodos e procedimentos precisa de tempo para ser assimilada, para assim se tornar forma de conduta humana. No entanto, revela também a potencialidade da aplicação desta proposta no aspecto motivacional e na possibilidade da aquisição dos múltiplos conteúdos, e na capacidade da abrangência dos aspectos multidimensionais do ensino-aprendizagem.

Quanto aos relatórios, segue abaixo apenas alguns relatos dos *alunos* na experiência.

TRABALHO 1:

Situação (1) - Sendo perfurada externamente na parte inferior, com a tampa fechada libera-se o furo.

P₁ – Com a tampa fechada a água não escoa?

H₁ – Sim.

H₂ – Não.

O₁ – Saiu ligeiramente um pouco de água e logo cessou.

E₁ – A água que saiu foi devido à garrafa ter sido levemente pressionada, mas cessou devido à pressão externa ser maior que a interna;

E₂ – A água que saiu foi devida o ar existente internamente na parte superior exercer pressão sobre a água, mas logo se equilibrou com a pressão atmosférica e cessou;

E₃ – O furo na garrafa é muito pequeno, se o diâmetro aumentasse a água continuaria jorrando;

Situação (2) - Sendo perfurada externamente na parte inferior, com a tampa aberta libera-se o furo.

P₂ – Tirada a tampa, água jorra pelo orifício?

H₁ – Com certeza a água irá jorrar.

O₁ – A água jorra continuamente, diminuindo a ‘força’ à medida que o nível vai abaixando.

E₁ – A pressão atmosférica pressiona a superfície da água e força a saída da água pelo orifício;

E₂ – A pressão hidrostática com ajuda da pressão atmosférica faz com que a água saia.

Foi observada a ausência da argumentação de alguns alunos quanto a observação e da elaboração de hipóteses, e a solução científica ficou ausente, ficando os alunos no senso comum, fato esse que deve ser evitado, pois senão, perde o sentido da atividade que tem a intencionalidade elevar o senso comum para o nível de conhecimento mais estruturado e fundamentado, ou seja, que se estabeleça o conhecimento científico na compreensão e desmistificação fenomenológica.

Percebe-se a simplicidade na elaboração dos problemas, e falta de correlação com situações reais análogas, ou seja, a alfabetização científica prática, cultural e social, caso contrario torna-se uma atividade motivante pelo aspecto do vislumbre fenomenológico, porém estéril quanto sua utilidade de seu cotidiano. A satisfação quanto à metodologia utilizada, foi relatada pelo fato de possibilitar à manipulação de objetos concretos e da aproximação na observação fenomenológica.

Identifica-se também a grande dificuldade dos alunos quanto sua exposição de argumentação, vocabulário pobre e com erros, redução de palavras, ausência da verbalização

de conceitos científicos. Esse fato evidencia falta de leitura de atividades dissertativas e subjetivas. Mas sinaliza a necessidade de explorar previamente nessas atividades a interpretação de textos que envolvam o conhecimento científico, de preferência materiais textuais contextualizados historicamente e epistemologicamente, para que possa assim revelar também uma visão coerente da ciência. Sugestão que possam trabalhar textos originais, na medida do possível, onde na qual podem ser obtidos em *sites* de divulgação científica, ou de reconhecimento na investigação científica.

Em outro trabalho, a observação foi relatada com descrição mais detalhada, porém foi consensual. A descrição consensual é admitida, contanto que seja valorizada a opinião de todos os componentes, pois todos devem ser considerados alunos-investigadores, com isso, devem ser participantes em cada etapa do processo investigativo. A observação e conclusão relatada foi a seguinte:

TRABALHO 2:

OBSERVAÇÃO: *Pegou-se uma garrafa plástica, com capacidade de 2 litros; lavou-se a garrafa deixando-a sem nenhuma sujeira interna ou externa; colocou-se a garrafa sobre uma mesa; logo em seguida foi aquecida a água no fogo (até ferver); em seguida, foi retirada a tampa da garrafa para que pudessemos colocar a água quente dentro; após ter colocado a água quente no interior da garrafa cronometrou-se 20 segundos e em seguida a garrafa foi aberta para se retirada a água; logo em seguida a garrafa foi fechada novamente; por fim, com um copo foi jogado água fria nas paredes externas da garrafa. Neste momento, foi observado por todo grupo que a garrafa se deformou de uma maneira rápida e inesperada, pois tínhamos a concepção de que a garrafa se deformaria de maneira mais lenta, porém a rapidez com a garrafa se deformou causou surpresa em todos:*

Em seguida, foi feito outro experimento com os mesmos materiais utilizados no primeiro. O que mudou desta vez foi que colocamos a água fria no interior da garrafa e após retirar a água da mesma jogamos água quente nas paredes externas, o resultado foi o mesmo, ou seja, a garrafa se deformou da mesma maneira que a descrita anteriormente.

CONCLUSÃO: *Chega-se a conclusão de que a teoria corresponde bem à prática. Em todos os experimentos obtivemos resultados que confirmaram e que também as vezes descartaram todas as hipóteses mais foi bom o conhecimento que obtivemos através desses experimentos práticos, e para todos os problemas encontramos a respostas consultando livros e sites que voce vera em obras consultadas. Então expero que este relatorio lhe responda alguma coisa ficamos por aqui ate a proxima.*

A proposta evita apresentar consensualmente as respostas para não cair no erro da resposta não representar o grupo, ou seja, ser subjetivo a um indivíduo. Percebem-se também erros ortográficos e de acentuação. Neste trabalho também se evidenciou que a conclusão não esta voltada para o problema investigativo, e que esta ausente de argumentação científica, esse fato evidencia que os conteúdos conceituais não predominaram diante dos conteúdos procedimentais e atitudinais, e isso é relevante e negativo, pois a atividade experimental deve vir acompanhada da aquisição de conceitos.

A experiência pedagógica mostrou-se a necessidade de que exista uma terceira etapa semelhante à segunda, para que possa disponibilizar o tempo necessário para maiores discussões, reflexões e a assimilação dos conteúdos, pois os alunos demonstraram grande interesse pela matéria, porem fizeram as seguintes considerações/reivindicações:

- (1) Utilizar essa metodologia em todas as componentes curriculares da física;
- (2) Solicitar maior tempo para as discussões e reflexões;

- (3) Oportunizar a realização novamente de outro vídeo, pois assim, após analisar seus vídeos em sala, e passar por discussões, afirmavam que poderiam apresentar vídeos melhores, que demonstrando a assimilação dos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais.

A aprendizagem de atitudes pode ser verificada com os alunos assistindo vídeo, refletindo sobre suas ações, sem contar que o fator motivacional foi significativo, pois os alunos podem perceber suas formas de agir, suas falas e outras demonstrações comportamentais, onde foi unânime que poderiam melhorar esses aspectos. As discussões e autocríticas demonstraram um ótimo exercício para a consolidação dos conteúdos.

DISCUSSÃO

Este trabalho foi influenciado pelo projeto de pesquisa elaborado pelo Laboratório de Pesquisa e Ensino de Física da Faculdade de Educação da USP – *LaPEF* (CARVALHO *et al*, 1999), onde na qual foi abordado experiências docentes aplicando o método investigativo no ensino da termodinâmica. Consoante a essa obra, foi valorizado as concepções dos alunos, fazendo-os agentes construtores de seu conhecimento com maior autonomia, superando a função de observador passivo, participando da elaboração de problemas, escolhendo os materiais a serem utilizados, elaborando e verificando as hipóteses, realizando experimentos, e buscando trabalhar em grupo dentro de uma visão coerente de ciência.

Gaspar & Monteiro (2005) destacam as atividades demonstrativas em salas de aula na concepção vigotskiana, e apresentam a valorização dessas atividades na década de 1970, porém não enfatizam o caráter investigativo nesse processo.

Neste trabalho, a atividade experimental demonstrativa evidenciou a fragilidade do método expositivo e de resolução excessiva de exercícios, onde na qual não promove a retenção significativa de conceitos. Na pergunta P_1 os alunos pareciam estarem curiosos para saber o que iria acontecer, ficaram divididos nas previsões do que iria acontecer. Ao perceber que saiu um pouco de água e logo cessou, isso despertou dúvidas sobre o que poderia ter acontecido, tentaram relacionar com o princípio de Pascal e Arquimedes, no entanto surgiram concepções alternativas sobre a possível causa. Afirmaram a existência de uma diferença de pressão (E_1), sendo que não compreenderam de forma clara o porquê da porção de água ter saído, apesar de acreditarem que a pressão atmosférica foi a responsável por ter cessado a vazão. Outros acharam que a existência do ar aprisionado acima do nível da água (E_2), no interior da garrafa, é a responsável pela saída de água repentina, pelo fato de antes da tampa ser enroscada, o seu interior estava em equilíbrio com a pressão atmosférica, dessa forma ela ‘guardou’ a pressão atmosférica. Surgiu a hipótese (E_3) de que o furo era muito pequeno, com isso a água não conseguia passar pelo furo, sendo necessário aumentar o diâmetro para jorrar.

Com a pergunta P_2 , tornou-se ‘óbvio’ para os alunos que a água iria sair, porém notou-se que as expectativas são escolhidas diretamente pela primeira impressão que tomam (BACHELARD, 1994), a grande maioria disseram que a pressão atmosférica é a grande causadora (E_1) pelo fluxo de água que jorra, outros afirmaram que a causa estava na pressão hidrostática com ajuda da pressão atmosférica era a maior responsável pelo fenômeno observado. Observa-se assim, o desatendo dos alunos por desconsiderar que a pressão atmosférica estava nas duas extremidades, fazendo com que ambas se anulassem, restando como a única alternativa para explicar o fenômeno à pressão hidrostática.

CONSIDERAÇÕES

Um fator relevante está no fato de que os alunos não retêm a aprendizagem de métodos de forma imediata, que, apesar de discutir os processos e fornecer um texto auto-explicativo, eles sentem dificuldades em realizar, com isso, e determinante a realização de uma seqüência de ciclos de investigação e deve-se repensar sobre os critérios de avaliação, respeitando esse padrão de regime na aprendizagem.

A elaboração do vídeo demonstrou ser um mecanismo eficaz para uma reflexão na aprendizagem de métodos e atitudes, além do que, proporcionou discussões frutíferas em sala de aula. O relato das hipóteses, observações e explicações foram de início muito sucinto, sem grandes detalhes, ou seja, mostrando a dificuldade dos alunos em escrever, porém, com as discussões mediadas e análise do vídeo revelou que este processo contribui no amadurecimento do aluno-investigador, possibilitando os alunos enriquecer na argumentação, sugerindo dessa forma, a necessidade da continuidade de outros ciclos investigativos.

Um ensino de Física sendo abordados de forma expositiva com conceitos, ainda que haja discussão qualitativa de situações não promove com facilidade uma aprendizagem significativa, sendo necessária a busca por outros métodos. O ensino por investigação quebrou a monotonia da aula, valorizou os alunos no processo tornando-os agentes na construção de seu próprio conhecimento, com isso se caracteriza como um método em potencial a ser usado em um modelo construtivista na concepção de Ausubel. Ausubel (2003) valida indiretamente às práticas de demonstrações experimentais investigativas como alternativas no processo de assimilação e retenção significativa de conceitos por se caracterizar uma *investigação psicoeducacional*, onde na qual destaca os seguintes aspectos:

1. Descoberta da natureza dos aspectos do processo de aprendizagem que afetam a vasta disponibilidade, estabilidade e significação de conjuntos de conhecimentos organizados, capacidades, etc., no aprendiz;
2. Vasta modificação (melhoramento) das capacidades de aprendizagem;
3. Descoberta dos aspectos da personalidade e cognitivos do aprendiz, bem como dos aspectos interpessoais e sociais do ambiente de aprendizagem, que afetam a motivação para a aprendizagem e as formas características de assimilação de materiais de instrução;
4. Descoberta de práticas de revisão e de retorno apropriadas e com máxima eficiência e de formas de organizar, atribuir uma seqüência e apresentar os materiais de aprendizagem para objetivos específicos.

De acordo com análises decorrentes as aulas de demonstrações investigativas da temática de estática dos fluidos justificam essa metodológica ao verificar as seguintes contribuições: (1) percepção de concepções espontâneas por meio da participação do aluno nas diversas etapas da resolução de problemas; (2) a valorização do processo de ensino-aprendizagem por meio de uma estratégia investigativa; (3) uma visão coerente da ciência pela aproximação de uma atividade de investigação científica; (4) Maior participação e interação do aluno em sala de aula; (5) Valorização da interação do aluno com o objeto de estudo; (6) Valorização da aprendizagem de atitudes e não apenas de conteúdos; (7) Possibilidade da criação de conflitos cognitivos em sala de aula.

Enfim, é necessário que os professores mudem sua ação docente, valorizando mais o lado experimental seguindo instruções da aprendizagem significativa, para assim de fato alcançar as expectativas de um ensino de qualidade, onde o processo de ensino-aprendizagem é valorizado de forma bilateral, sendo possível promover uma mudança significativa tanto conceitual, quanto metodológica e atitudinal.

REFERENCIAS

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva.** Lisboa: Paralelo, 2003.

BRAGA, M.B.P. **Proposta metodológica experimental demonstrativa por investigação: contribuições para o ensino da física na termologia.** Dissertação de mestrado, UEA, 2010.

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.

CACHAPUZ, et al, (organizadores). **A necessária renovação do ensino das ciências.** São Paulo: Cortez, 2005.

CARVALHO, A.M.P., et al. **Termodinâmica: um ensino por investigação.** São Paulo: FEUSP, 1999.

CARVALHO, A.M.P. [Org.]. **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática.** São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2006.

CARVALHO, A.M.P. [Org.]. **Ensino de Física.** São Paulo: Cengage Learning, 2010. – (Coleção idéias em ação), 2010

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

JÚNIOR, O. G. A.; MORTIMER, E. F. **Tomada de consciência de conflitos: análise da atividade discursiva em aula de ciências.** *Investigações em Ensino de Ciências – V10(2)*, pp. 179-207, 2005.

KALHIL, J. B. D. **Estratégia pedagógica para el desarrollo de habilidades investigativas em La disciplina física de ciencias técnicas.** Tesis en opción al grado científico de doctor em ciencias pedagógicas. Universidade de La Habana: La Habana, 2003.

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.

MENEZES, A.P. **Acreditando na história das ciências: uma proposta necessária no processo ensino-aprendizagem de física na Amazônia.** Tese dissertação de mestrado, UEA, 2008.

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/epf/viii/PDFs/PA2_01.pdf

MOREIRA, M. A. **Teoria de Aprendizagem.** São Paulo: EPU, 1999.

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

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

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação** – São Paulo: Cortez, 2007.

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