

**ANÁLISE DA INSERÇÃO DA TEORIA SOCIO-
INTERACIONISTA EM ATIVIDADES DE LABORA-
TÓRIO DE FÍSICA BÁSICA EM UM CURSO DE
GEOFÍSICA⁺***

Rafhael Brum Werlang

Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas

Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA)

Caçapava do Sul – RS

Fernando Oliveira Machado

Graduando em Ciências Exatas – Licenciatura Plena (Habilitação Física)

UNIPAMPA

Caçapava do Sul – RS

Hasan Lopes Shihadeh

Mestrando em Geodinâmica e Geofísica

Centro de Ciências Exatas e da Terra – UFRN

Natal – RN

Lucas Freitas da Motta

Graduando em Geofísica – Bacharelado

UNIPAMPA

Resumo

Neste estudo, foi analisada a implicação da inserção da teoria sociointeracionista em atividades de Laboratório de Física básica, nas quais foram implementados roteiros abertos e contextualiza-

⁺ Analysis of the insertion of the social-interaction theory in basic Physics laboratory activities on a Geophysics course

^{*} *Recebido: janeiro de 2012.*

Aceito: agosto de 2012.

dos a um curso de graduação em Geofísica. Como material para a construção do corpus da análise, foram utilizados os relatórios das atividades laboratoriais, as entrevistas com os alunos e a observação participante. O desenvolvimento de roteiros, nessa perspectiva, foi embasado na teoria sociointeracionista de Vygotsky, que prima pela interação social como ponto de partida para o aprendizado. Conforme essa teoria, o aprendizado se processa primeiro em nível interpessoal, para então ser processado em nível intrapessoal. A ênfase é dada ao processo de ensino-aprendizado em si, sem se ater em demasia no resultado do processo. Os resultados deste estudo indicam evidências de que a introdução de roteiros em atividades de Laboratório de Física Básica, mediados pela teoria sociointeracionista e contextualizados, promoveu uma aprendizagem mais eficaz, bem como proporcionou a aquisição de habilidades e atitudes científicas, mais eficientemente do que o enfoque tradicional.

Palavras-chave: *Roteiro de Laboratório de Física. Teoria sociointeracionista. Vygotsky.*

Abstract

In this Study, the implication of the insertion of the social-interaction theory in basic Physics laboratory activities which were implemented and contextualized open scripts in an undergraduate degree in Geophysics was analyzed. As material for the construction of the corpus analysis, we used the reports of laboratory activities, interviews with students and the participant observation. The development of scripts, in this perspective was grounded in Vygotsky's Social-interaction Theory which strives for social interaction as a starting point for learning. Under this theory, learning takes place first at the interpersonal level, then to be processed in intrapersonal level. The emphasis is on the teaching and learning process itself, without sticking too much in the outcome of the process. The results of this study highlights that the introduction of scripts in basic Physics laboratory activities, mediated by the social-interaction and contextualized theory, promoted a more

effective learning of students, as well as the acquisition of scientific skill and attitudes, more efficiently than the traditional approach.

Keywords: *Scripts of Physics laboratory. Social-interaction Theory. Vygotsky.*

I. Introdução

A finalidade e a relevância do Laboratório Didático de Física, sobretudo no nível médio, têm sido amplamente discutidas por vários pesquisadores (RIBEIRO, FREITAS; MIRANDA, 1997; MARINELI; PACCA, 2006; ARAÚJO; ABIB, 2003; FILHO, 2000; HODSON, 1994; VENTURA; NASCIMENTO, 1992; PÉREZ; CASTRO, 1996; HERNANDES; CLEMENT; TERRAZZAN, 2002; SILVA; VILLANI, 2009). Debate-se como e por que utilizar as práticas de laboratório no processo de ensino-aprendizagem e são propostos diferentes enfoques e fundamentações variadas para os roteiros. Todavia, a análise da implementação dos relatórios em sala de aula e das interações entre os envolvidos no processo de ensino-aprendizagem, fundamental na nossa concepção, são pouco discutidas, notadamente em disciplinas de Laboratório de Física Básica nos cursos de graduação.

Na maioria dos estabelecimentos de ensino, as disciplinas práticas de Física Básica são abordadas de forma convencional, ou seja, com roteiros fechados, compostos por uma introdução teórica com uma sequência pré-estabelecida e fixa de etapas (laboratório programado) a serem realizadas pelos alunos, propiciando pouca interação entre os envolvidos no processo.

Observa-se que a ênfase nas atividades de laboratório, na instituição onde os autores desenvolvem atividades de ensino, pesquisa e extensão, não é muito diferente da situação supracitada. Desse modo, desenvolveram-se e implementaram-se roteiros de laboratório abertos e contextualizados, com ênfase na teoria sociointeracionista, a fim de averiguar se a promoção de maior interação entre os participantes do processo de ensino-aprendizagem favorece a construção e a assimilação de conceitos físicos, assim como a aquisição de habilidades e atitudes científicas.

Nesse contexto, buscou-se promover uma abordagem para o Laboratório Didático de Física, visando a promoção e o desenvolvimento de competências, articulando os conhecimentos, as habilidades, os valores e as atitudes. Dessa for-

ma, a função do laboratório intenciona ser mais do que simplesmente um adendo à disciplina teórica, proporcionando aos discentes o desenvolvimento de autonomia na solução de problemas, o que se dá através do levantamento de hipóteses, da análise dos erros sistemáticos e dos dados obtidos, além de uma reavaliação da estratégia adotada na solução do problema.

O estudo foi conduzido em duas turmas do segundo e quarto semestres de um curso de Bacharelado em Geofísica no segundo semestre de 2009. Os graduandos em Geofísica devem ter uma fundamentação teórica e experimental sólida da Física básica, a fim de que, ao ingressarem no módulo profissional do curso, estejam aptos a estudar os métodos geofísicos necessários para a formação de um profissional generalista.

II. Estudos correlatos

Não é de hoje que as atividades de Laboratório de Física têm assumido importância no processo de ensino-aprendizagem. Vários estudos já discutiram diferentes abordagens, tais como de ensino de laboratório programado, de laboratório com ênfase na estrutura do experimento e de laboratório sob um enfoque epistemológico (RIBEIRO, FREITAS E MIRANDA, 1997). Marineli e Pacca (2006), por sua vez, sugerem uma abordagem da sociologia para interpretar as dificuldades e os erros enfrentados pelos alunos em atividades de laboratório. De acordo com Rosa (2003), é possível identificar diferentes formas de inserir um roteiro no processo de ensino-aprendizagem da Física, as quais dependem do docente e das condições oferecidas pela instituição de ensino.

Araújo e Abib (2003) analisam a produção científica na área de investigação sobre a utilização da experimentação como tática de ensino de Física. Tais autores apontam que a experimentação é sugerida e debatida na literatura de maneira bastante distinta quanto ao significado que as atividades podem adquirir em diferentes situações e em diferentes aspectos; salientam, ainda, que a maioria dos manuais de apoio ou livros didáticos consiste de orientações do tipo “livro de receitas”, restritas a demonstrações fechadas e a laboratórios de verificação e confirmação de teorias. Concluem destacando que, de um modo geral, a utilização de atividades experimentais, independente da linha ou modalidade seguida, possui dois aspectos que promovem a eficiência dessa estratégia: a competência para instigar a participação ativa dos discentes e a tendência em propiciar a construção de um ambiente motivador que promova situações novas e desafiadoras.

Para Filho (2000), o laboratório tradicional ou convencional, que é acompanhado por um texto-guia altamente estruturado e organizado (tipo *cook book*),

limita bastante a liberdade de tomada de decisões dos alunos. Os mesmos ficam limitados pelas restrições estabelecidas no roteiro e pela impossibilidade de modificar a montagem experimental. De tal forma, se tudo está indicado no guia ou roteiro experimental, a ação de medir e de como medir escapa totalmente da esfera de decisão do aluno.

Ainda, de acordo com Hodson (1994), os alunos em uma aula de Laboratório de Física que utilizam um roteiro tipo “receita de bolo” pouco sabem sobre o que estão fazendo e não compreendem o objetivo do experimento e as razões que os levaram a realizar tal prática, o que acaba promovendo escasso entendimento dos conceitos físicos envolvidos na experimentação.

Villani e Carvalho (1994) ponderam sobre as dificuldades enfrentadas por estudantes durante a análise de instrumentos qualitativos, atribuindo tal problema a não superação de concepções espontâneas dos alunos e a dificuldades específicas, relacionadas à amplitude do seu domínio cultural e científico.

Ventura e Nascimento (1992) apresentam uma proposta de ensino experimental de Física chamada de *laboratório não estruturado*, na qual enfatizam a identificação da estrutura do experimento pelos alunos que não é fornecida no roteiro. Na abordagem proposta, é realizada uma introdução teórica do assunto a ser abordado no procedimento e na sequência são feitas algumas considerações sobre a natureza prática e a situação-problema a ser investigada. Os autores apontam certa dificuldade inicial dos alunos no desenvolvimento da atividade experimental, no entanto, há uma evolução no entendimento da proposta não estruturada na medida em que novas situações-problema vão sendo apresentadas.

De acordo com Pérez e Castro (1996), deve-se estimular uma reorientação das práticas de laboratório, a fim de vislumbrá-las como uma atividade de investigação, deixando de ser apenas uma atividade experimental. Esses autores propõem dez atitudes, que não constituem nenhum algoritmo a ser seguido linearmente, mas que potencializam as chamadas *práticas de laboratório* como investigação. São elas: (i) apresentar situações-problema abertas; (ii) favorecer a reflexão dos estudantes sobre a relevância das situações propostas; (iii) potencializar as análises qualitativas; (iv) promover a emissão de hipóteses como atividade central da investigação científica; (v) estimular o desenvolvimento de estratégias pelos estudantes para a atividade experimental; (vi) promover a análise detalhada dos resultados; (vii) promover a consideração de possíveis perspectivas, em particular, as implicadas na Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) do estudo realizado; (viii) promover

uma integração que leve em conta o estudo realizado; (ix) elaborar memórias científicas que reflitam o trabalho realizado e (x) potencializar a dimensão coletiva do trabalho científico.

Para Hernandes, Clement e Terrazzan (2002), as atividades experimentais constituem-se como um recurso didático para o ensino de Física. Essas atividades podem aproximar, do ponto de vista dos procedimentos metodológicos, as atividades experimentais de caráter didático das experimentais de caráter científico, sobretudo naqueles aspectos em que forem possíveis e justificáveis tais aproximações. Além disso, tais atitudes podem ampliar concepções do que sejam “situações experimentais”, do ponto de vista didático-pedagógico. Segundo esses autores, devem-se eleger três momentos que orientam a realização de uma atividade de ensino por investigação, que se denomina roteiro aberto: a observação/previsão, a realização/formalização e a comparação/análise.

Silva e Villani (2009) descrevem a dinâmica que se estabelece na sala de aula quando são introduzidas atividades de grupos, analisando o processo grupal e sua relação com o ensino-aprendizado de Física. Sugerem que a relação entre professor, aluno e tarefa é modificada quando os alunos adotam uma postura mais ativa, na qual se exige uma participação mais efetiva e também apontam que a exploração de grupos de aprendizagem na prática docente deve ser realizada quando o educador possui um controle (relativo) cognitivo e afetivo sobre os mesmos, ou seja, quando ele consegue entender o que ocorre nos vários grupos e, sobretudo, quando ele consegue explorar a transferência pedagógica em favor do desenvolvimento dos mesmos.

III. A teoria sociointeracionista como fundamentação para as atividades de laboratório

A teoria sociointeracionista tem como unidade de análise a interação social, conceito que tem sido discutido por pesquisadores fundamentados em *Vygotsky*, que buscam entender de que forma tal teoria instiga o processo de ensino-aprendizado. Vygotsky (2001, p. 329) apresenta o conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), ao alegar que:

[...] em colaboração a criança sempre pode fazer mais do que sozinha. No entanto, cabe acrescentar: não infinitamente mais, porém só em determinados limites, rigorosamente determinados pelo estado do seu desenvolvimento e pelas suas potencialidades intelectuais. Em colaboração, a criança se revela mais forte e mais inteligente do que trabalhando sozinha, projeta-se

ao nível das dificuldades intelectuais que ela resolve, mas sempre existe uma distância rigorosamente determinada por lei, que condiciona divergência entre a sua inteligência ocupada no trabalho que ela realiza sozinha e sua inteligência no trabalho em colaboração. [...] A possibilidade maior ou menor de que a criança passe do que sabe para o que sabe fazer em colaboração é o sistema mais sensível que caracteriza a dinâmica do desenvolvimento e o êxito da criança. Tal possibilidade coincide perfeitamente com sua zona de desenvolvimento imediato.

Portanto, ao propor uma atividade de laboratório, almeja-se conceber um problema que esteja um pouco acima do nível de desenvolvimento cognitivo do discente, a fim de que ele possa encontrar a solução de forma colaborativa, potencializando a interação social. Assim sendo, o problema proposto deve encontrar-se na Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), que é a região entre o nível de desenvolvimento real do indivíduo, avaliada a partir da sua capacidade de solução autônoma de tarefas, e o seu grau de desenvolvimento potencial, estimado a partir da sua competência na solução das tarefas com o ajuda do docente ou de colegas mais capazes (VYGOTSKY, 1998, p. 113). Ainda, segundo Werlang, Schneider e Silveira (2008), os parceiros da interação social podem estar em distintos níveis de desenvolvimento cognitivo e todos serem favorecidos no processo, desde que haja uma troca mútua de significados. Por exemplo, quando o docente ou um discente com um nível cognitivo mais desenvolvido, no contexto aceito cientificamente, interagem com um discente menos apto, ambos aprendem, visto que reforçam a organização da sua estrutura cognitiva.

De acordo com Vygotsky (1998), o indivíduo nasce com funções psicológicas elementares, tais como atenção involuntária e reflexos, que, via interação social, transformam-se em funções psicológicas superiores, tais como o planejamento, a atenção, a memória, a imaginação e o pensamento. Portanto, os processos mentais superiores têm sua origem em processos sociais. Dessa forma, se o docente quiser promover o desenvolvimento cognitivo dos discentes, os roteiros concebidos devem privilegiar a linguagem, o mais importante sistema de signos do homem, convertendo relações sociais em funções mentais. Através dessa mediação, o sujeito pode reconstruir internamente uma operação externa, sendo que essa mediação é feita por instrumentos e signos, que são construções sociointeracionistas. Conforme Moreira (1999), um instrumento é algo que pode ser usado para fazer alguma coisa, enquanto um signo é algo que significa alguma outra coisa. Existem

três tipos de signos: os que têm uma relação de causa e efeito com aquilo que significam (indicadores), as imagens ou os desenhos daquilo que significam (icônicos) e os que têm relação abstrata com o que significam (simbólicos).

Segundo Wertsch, *apud* Monteiro e Gaspar (2007), são propostos três construtos teóricos adicionais ao desenvolvimento do processo de interação social: a definição da situação, a intersubjetividade e a mediação semiótica, os quais indicam condições importantes a serem analisadas na metodologia educacional. Assim, ao idealizar o roteiro, deve-se levar em conta esses construtos teóricos adicionais, definindo de forma evidente e contextual a situação problema, de modo que os discentes compreendam que solucionarão o mesmo problema. Além disso, o roteiro deve proporcionar condições para que os discentes sejam capazes de compreender um ao outro, ao mesmo tempo em que interagem e redefinem a problemática inicialmente sugerida, embasados no uso de formas adequadas de linguagem, a fim de tornar a intersubjetividade plausível.

Enquanto isso, Gaspar e Monteiro (2005) diferenciam o conhecimento científico (conhecimento de origem formal), composto de conceitos sistemáticos e hierárquicos, do conhecimento espontâneo, composto de conceitos não sistemáticos e desorganizados. De acordo com esses autores, o desenvolvimento de conceitos científicos e conhecimentos espontâneos tem trajetórias opostas. No conhecimento espontâneo, o educando possui o conceito, conhece o objeto ao qual se refere, mas não está consciente do seu próprio ato de pensamento. Por outro lado, no conhecimento científico, o educando começa com a definição verbal/formal e, a partir de então, realiza sua aplicação em operações não espontâneas. De acordo com *Vygotsky* (2001), o desenvolvimento dos conceitos espontâneos e científicos são processos intimamente interligados, que exercem influência um sobre o outro. Ao se inserir atividades de laboratório, tradicionalmente, recorre-se a uma abordagem baseada unicamente em conceitos científicos formais, deixando uma lacuna cognitiva no que se refere à vivência dos conceitos espontâneos.

A fim de suprir essa lacuna, propõe-se que os roteiros sejam inseridos em uma perspectiva que simule a experiência vivencial do educando e enriqueça seus conhecimentos espontâneos, a fim de articular os conhecimentos científicos aos vivenciais.

Neste trabalho, propõe-se a inserção de roteiros pedagogicamente concebidos para contextualizar problemáticas do curso de graduação em Geofísica, a partir de um desafio cognitivo não tão difícil a ponto de os alunos não conseguirem solucioná-lo sozinhos, mas que seja solúvel com o auxílio de seus colegas e do docente, ou seja, que esteja na ZDP da maioria dos discentes. Pretende-se averi-

guar se os roteiros embasados nesse referencial teórico potencializam a interação entre os discentes e se promovem maior aprendizado de conceitos físicos.

IV. Significado da proposta

Durante a prática docente nas disciplinas de Laboratórios de Física básica, foi observado que a realização das atividades experimentais, utilizando-se do tradicional enfoque de laboratório programado (tipo “receita de bolo”), provocava uma desmotivação, a qual se manifestava na realização das atividades de forma mecânica, na maioria das vezes, com pouca ou nenhuma discussão dos conceitos físicos envolvidos. A maioria dos alunos passava a se concentrar em um único aspecto do problema e na realização da sequência de passos, a fim de terminar a tarefa sugerida. Ainda, foi observado que muitos simplesmente plagiavam as respostas dos seus pares.

Além disso, existia pouca interação entre os discentes, que estavam desenvolvendo a tarefa com pouca ou nenhuma atitude científica. Tal atitude científica é definida por Hodson (1994) como um conjunto de enfoques e atitudes que tratam das informações, das ideias e dos procedimentos considerados especiais para os praticantes da Ciência.

Hodson (1994) salienta que, frequentemente, os alunos são solicitados a compreender a natureza do problema do procedimento experimental, a utilizar os conceitos físicos da aula teórica, a ler, a assimilar e a seguir as instruções do roteiro, a montar o aparato experimental, a conseguir discernir os dados que devem ser obtidos, a interpretar os resultados e, ainda, a escrever um relatório do experimento. Esse excesso de passos pode servir de barreira e dificultar o processo de ensino-aprendizagem. Por isso, em muitos casos, há necessidade de se eliminar alguns desses passos ou então reorganizá-los em um referencial teórico apropriado, a fim de tornar o roteiro mais aberto e possibilitar uma maior interação, aumentando, por conseguinte, a sua potencialidade pedagógica.

Refletindo acerca do ensino experimental de Física e frente ao novo paradigma que a educação vem adotando, com uma mudança de foco de uma educação baseada em conteúdos para uma que possibilite se definir múltiplos perfis profissionais e que privilegie o desenvolvimento de competências e habilidades (BRASIL, CNE/CES 67/2003), foi priorizada uma nova abordagem para os roteiros que vislumbre o aluno como um sujeito ativo, pensante, autônomo e protagonista do

processo de ensino-aprendizagem. Desse modo, os métodos ou processos deixam de ter um papel secundário e passam a identificar-se com o próprio exercício de competências.

A partir do exposto, da análise de alguns modelos já relatados e da reflexão dos autores, defende-se que as atividades de laboratório deixem de ser apenas exclusivamente experimentais, passando a agregar também outros aspectos da atividade científica. Nos próximos parágrafos, serão apresentadas as principais características e etapas essenciais dos roteiros de laboratório propostos e implementados na concepção dos autores.

Problematização: visa propiciar a discussão da situação-problema, a qual deve ser contextualizada e formulada para estar no nível ou próximo do nível de dificuldade adequado aos discentes, ou seja, na ZDP da maioria deles. A contextualização do problema é justificada pela necessidade de que, para promover uma aprendizagem significativa, o aprendiz deve ter uma pré-disposição para aprender, o que pode ser proporcionado mostrando-se a relevância do novo conhecimento para a sua formação. Além disso, deseja-se proporcionar a diferenciação progressiva, ou seja, inicia-se com os conceitos e as ideias mais gerais do assunto a ser abordado e, progressivamente nos momentos posteriores, analisam-se os conceitos em termos de detalhes e especificidades.

Levantamento de hipóteses: tende a incentivar o levantamento de hipóteses, a fim de orientar a resolução do problema proposto e de suscitar as concepções prévias dos estudantes. Como se sabe, o conhecimento prévio é, isoladamente, um dos fatores que mais influencia na aprendizagem, e averiguar esse conhecimento é essencial, se o objetivo for promover uma aprendizagem significativa. Como cita Moreira (1999), *“o aluno deve fazer uso dos significados que já internalizou, de maneira substantiva e não arbitrária, para poder captar os significados dos materiais educativos”*.

Planificação/realização: promove a elaboração de um planejamento para que os estudantes, sob a orientação do(s) docente(s), preparem a atividade experimental, selecionando os aparatos necessários para a montagem, a fim de que possam testar suas hipóteses e analisar o problema proposto.

Como a situação-problema já foi discutida, e as hipóteses já foram levantadas, essa é a ocasião de os envolvidos no processo procurarem uma possível solução para o problema, o que pode acontecer através de exemplos de situações semelhantes.

Levantadas as hipóteses e discutidas as possíveis soluções para problematização, os discentes, sob a supervisão do(s) docente(s), passam a selecionar os equipamentos e a montar o aparato experimental, a fim de que possam solucionar o

problema. Nesse momento, destacam-se o desenvolvimento de habilidades e atitudes científicas, tais como a tomada de decisões, a manipulação de equipamentos e o caráter inventivo.

De posse das possíveis hipóteses de solução do desafio, os grupos de alunos passam à montagem e à realização da atividade experimental, ajustando os equipamentos, coletando e tabelando os dados.

Discussão e análise dos resultados: suscita uma discussão entre os componentes do grupo e o(s) professor(es) envolvido(s) no processo sobre os resultados obtidos, seus limites de validade, as divergências entre os diferentes grupos e como o procedimento poderia ser executado, a fim de diminuir os erros sistemáticos. Nesse momento, é proporcionado um ambiente altamente interativo, o que, de acordo com Moreira, Caballero e Rodríguez Palmero, *apud* Moreira (2001), é muito importante, uma vez que é sabido que a aprendizagem significativa é progressiva. Desse modo, os significados vão sendo captados e internalizados progressivamente, e, nesse processo, a linguagem e a interação pessoal são muito relevantes.

Conclusões: potencializa a discussão dos resultados entre os discentes e o(s) docente(s) envolvido(s) no processo, a fim de promover, explicitamente, relações entre os conceitos e as proposições, evidenciando as diferenças e semelhanças nos resultados experimentais, harmonizando as incongruências. Nessa etapa, promove-se a reconciliação integradora.

V. Metodologia da pesquisa

Optou-se por uma pesquisa qualitativa, uma vez que se trata de uma investigação de cunho exploratório e de caráter descritivo, na qual se busca o entendimento do fenômeno de forma completa, ou seja, o ambiente e os envolvidos no processo devem ser observados de forma integrada, não sendo reduzidos simplesmente a variáveis. De acordo com Godoy (1995), a pesquisa qualitativa não busca enumerar e/ou aferir eventos estudados, nem utiliza ferramentas estatísticas na apreciação dos dados, mas emerge de questões ou focos de interesse amplo, que vão se determinando à medida que o estudo se sucede.

Na pesquisa qualitativa, a sala de aula é a fonte direta das informações e o pesquisador é o instrumento fundamental. A descrição exerce um papel essencial, tanto na aquisição de dados, quanto na comunicação dos resultados. Outro atributo

da investigação qualitativa é que os pesquisadores estão interessados no processo e não meramente nos resultados, tendo como preocupação fundamental perceber os acontecimentos a partir da perspectiva dos participantes. Desse modo, o ponto de vista apreendido junto aos participantes da investigação deve ser verificado junto aos próprios informantes e confrontado com a percepção de outros pesquisadores.

Para a captação dos dados qualitativos, utilizou-se da análise textual discursiva (MORAES, 2003). Segundo Moraes (2003), essa abordagem é organizada em torno de quatro focos: a desmontagem dos textos (desconstrução e unitarização); o estabelecimento de relações (categorização); a captação do emergente e o processo auto-organizado (comunicação). Dentro dessa concepção de análise qualitativa, opera-se com significados idealizados a partir de um conjunto de materiais textuais que constituirão os significantes a que atribuiremos significados. Na análise do material textual, procurou-se desenvolver uma atitude fenomenológica, na qual o pesquisador procura exercitar uma interpretação na perspectiva dos discentes, valorizando-a.

Como procedimentos de aquisição dos documentos para o *corpus* da análise, utilizaram-se os relatórios das atividades experimentais dos estudantes, as entrevistas e a observação participante. Partindo-se do pressuposto de que a palavra escrita desempenha um papel essencial nesse tipo de investigação, os relatórios tornam-se uma ferramenta essencial para a obtenção de informações, uma vez que permitem avaliar as relações conceituais que os educandos desenvolvem ao longo do processo. Enquanto isso, as entrevistas e suas transcrições permitem uma análise qualitativa do fenômeno que está sendo estudado a partir da perspectiva dos discentes. Finalmente, a observação participante, que se caracteriza pelo contato direto do pesquisador com a situação que está sendo estudada, possibilita uma observação mais acurada e uma maior compressão do processo de ensino-aprendizagem, uma vez que o pesquisador passa a fazer parte do contexto em que ocorre o processo.

A fragmentação e a análise dos relatórios, das transcrições das entrevistas e do caderno de observações permitiram a definição de unidades de significado, as quais foram reescritas, a fim de assumir uma acepção mais completa, para a qual se atribuiu um nome. Passou-se, então, a um processo de comparação entre essas unidades de análise, o qual Moraes (2003) evidencia como um grande desafio, já que necessitamos praticar a dialética entre o todo e a parte, mesmo dentro dos limites infligidos pela linguagem. Ainda de acordo com Moraes (2003), esse primeiro passo da análise textual constitui-se em um momento de contato intenso com o material de apreciação, envolvimento que é fundamental para o aparecimento de novas compreensões.

Podem-se enfatizar algumas categorias finais de análise, obtidas pelo agrupamento de semelhanças semânticas das unidades de significados: o processo de interação social na construção de significados de conceitos físicos, a experiência vivencial do educando para o enriquecimento dos seus conhecimentos espontâneos e para a aquisição do conhecimento científico e os roteiros de laboratório fundamentados na problematização como agenciadores de competências e habilidades científicas. Essas categorias constituem-se como subsídios de auxílio à produção de novos olhares ao problema de estudo.

Ressalta-se que, no processo de construção das categorias, foi utilizado tanto o método dedutivo (partindo-se do geral para o particular, estabelecendo-se as hierarquias antes mesmo de se avaliar o *corpus*), quanto o método indutivo (estabelecendo-se as categorias com aporte nas informações contidas no *corpus*). A indução nos auxiliou no aperfeiçoamento do conjunto prévio de categorias produzidas por dedução.

Passou-se à etapa final, a comunicação, na qual se procurou descrever e interpretar os significados dos objetos de análise.

VI. Roteiros dos procedimentos experimentais

Os roteiros de laboratório, na perspectiva proposta, foram implementados nas disciplinas de Laboratório de Física II e Laboratório de Física IV do curso de Bacharelado em Geofísica. Os alunos reuniram-se em grupos de três componentes e, sob a supervisão do professor titular da disciplina e dos monitores de laboratório, deliberaram sobre a situação-problema proposta.

Foram desenvolvidos três roteiros com esse novo enfoque, planejados de forma a serem aplicados em quatro horas-aula cada, conforme apresentado na tabela 1.

Após a realização de cada um dos roteiros, os alunos foram solicitados a responder a algumas questões de forma oral e escrita, expondo, ao mesmo tempo, as potencialidades dos roteiros e as dificuldades encontradas durante a sua realização.

Decorre-se, então, a uma breve apresentação de um dos roteiros propostos, evidenciando as suas etapas.

Potencial elétrico

Inicialmente, foi proposto um parágrafo, no qual se apresentava um método geofísico que utiliza a medida de potenciais elétricos e correntes elétricas. No parágrafo seguinte, descreve-se a problematização apresentada no roteiro.

Tabela 1 – Roteiros implementados segundo a nova perspectiva, datas de implementação, temas e problematização.

Roteiro	Data de implementação/ semestre	Tema	Problematização
1	15 out. de 2009/quarto semestre	Potencial elétrico	Determinar se uma amostra de solo está ou não contaminada e determinar o tipo de litologia.
2	20 nov. de 2009/quarto semestre 26 nov. de 2009/segundo semestre	Dilatação linear	Caracterizar o intemperismo físico das rochas, mostrando a relação existente entre esse fenômeno e a dilatação.
3	10 dez. de 2009/quarto semestre	Difração de ondas	Entender o fenômeno de uma onda sísmica, ao encontrar uma feição cujo raio seja menor que o comprimento de onda, relacionando-o ao método sísmico.

Muito usados na Geofísica, os métodos elétricos dão informações subsuperficiais a respeito da camada rochosa como, por exemplo, a resistividade. Através dela, pode-se supor que o solo está ou não contaminado e o tipo de litologia, entre outras coisas. No levantamento geofísico, são utilizados dois eletrodos de corrente (A e B) que injetam corrente no terreno e dois eletrodos de medição (M e N) que medem o potencial elétrico (Fig. 1). No arranjo Wenner (arranjo a ser utilizado neste experimento), um ponto p é fixado e os quatro eletrodos são afasta-

dos em linha, em geral, com os valores de a crescendo em progressão geométrica, ou seja, $AM=MN=BN$.

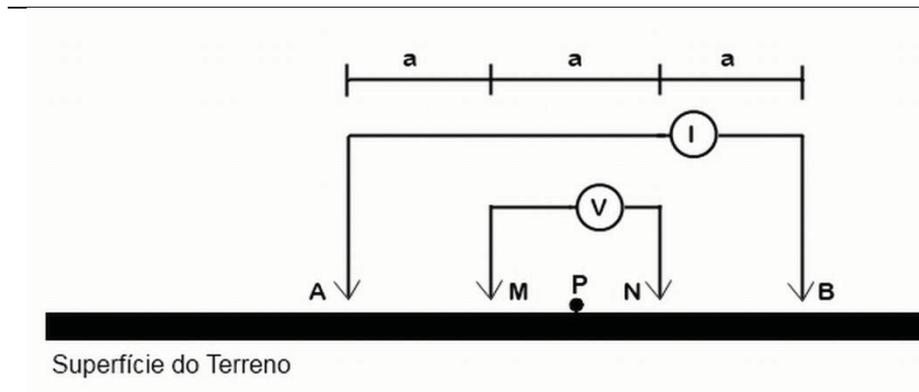


Fig. 1 – Esquema da sondagem elétrica vertical, arranjo Wenner. Fonte: adaptado da figura 8.18 (a), pg. 536, TELFORD, W.M.; GELDART, L.P.; SHERIFF, R.E. *Applied Geophysics*. Cambridge Univ. Press., 2. ed., 1990.

O objetivo dos levantamentos elétricos é determinar a distribuição da resistividade subsuperficial através de medições em superfície. A partir dessas medições, encontra-se a resistividade aparente (resistividade do terreno, considerado homogêneo), visto que a resistividade verdadeira só pode ser estimada com o auxílio de softwares. A resistividade do terreno está relacionada a vários parâmetros geológicos, tais como o conteúdo fluido e mineral, a porosidade e o grau de saturação em água. Levantamentos de resistividade elétrica têm sido usados há muitas décadas em estudos hidrogeológicos, geotécnicos e de exploração mineral. Mais recentemente, têm sido também muito aplicados em estudos ambientais.”

Na primeira etapa, problematizou-se, solicitando que os discentes determinassem se a amostra de solo apresentada estava ou não contaminada e que inferissem o tipo de litologia. Essa problematização, segundo Delizoicov (2001), visa caracterizar a captação da posição dos alunos frente às questões em pauta. Igualmente, o docente tem a função de questionar posicionamentos, inclusive provocan-

do a discussão das diferentes respostas dos alunos, e de lançar dúvidas sobre o tema.

Na segunda etapa, os alunos foram convidados a levantarem suas hipóteses acerca do problema; foram questionados sobre quais seriam as principais grandezas físicas envolvidas nesse experimento e quais conceitos seriam relevantes para a análise do problema em questão.

Na terceira etapa, requereu-se que os alunos planejassem uma forma de solucionar o problema proposto e, a seguir, selecionassem os equipamentos necessários para a montagem do aparato experimental.

Na quarta etapa, através de uma discussão em grupo, os alunos foram solicitados a comparar os valores obtidos no laboratório com os valores tabelados para o mesmo tipo de material (solo).

Finalmente, na quinta etapa, os alunos foram solicitados a comparar os valores (e o método) obtidos na atividade experimental com os valores tabelados para outro material qualquer (fio de cobre, por exemplo) e com os valores obtidos entre os diferentes grupos de alunos.

VII. Resultados e considerações finais

Inicialmente, constatou-se que os discentes estavam com dificuldades em levantar hipóteses para a problematização. Credita-se essa dificuldade ao fato de os roteiros, na perspectiva proposta, não serem tão descritivos quanto os tradicionais, aos quais eles estavam habituados. Além disso, a maioria dos roteiros clássicos agrega poucos aspectos da atividade científica, tais como a tomada de decisões, a manipulação de equipamentos e o caráter inventivo, os quais foram almejados no enfoque sugerido.

Igualmente, é possível inferir que a perspectiva dos roteiros apresentados potencializa características que os discentes nem percebiam existir no enfoque tradicional, tais como a liberdade para planejar e executar a atividade e para a tomada de decisão. Essas características geram a possibilidade de exploração mais intensa dos fenômenos físicos propostos, desenvolvendo atitude de responsabilidade na investigação.

Entre as vantagens apontadas pelos discentes, em relação aos roteiros com a perspectiva apresentada, pode-se evidenciar uma maior interação entre os docentes e os discentes, promovendo um ganho significativo na negociação do significado de conceitos, ou seja, promove-se uma aprendizagem mais significativa. Transcreve-se, a seguir, alguns dos relatos dos alunos:

Como pontos positivos, o método estimula a autonomia dos alunos, exigindo a participação na montagem do experimento e na busca dos resultados.

Houve interação entre a Física e a Geofísica e maior participação dos alunos.

Esse roteiro permite uma maior interação, pois é bem menos “mastigado” que o modelo antigo. Faz com que pensemos mais na montagem.

Nesse roteiro, é positivo o fato de as perguntas nos fazerem pensar mais sobre o assunto. Assim, a teoria e a prática são entendidas juntas. Os exemplos dados também ajudam a pensar na Física em nosso cotidiano.

Eu gostei do modelo deste procedimento porque fizemos debates para acharmos as respostas, então participamos mais em grupo. E foi fácil a aprendizagem, pois as perguntas se relacionam com o estudo da Geofísica.

O roteiro experimental apresentado, apesar de ser um pouco mais difícil de compreender, promoveu maior aprendizagem devido à interação com os colegas.

Estimulou os alunos a pensar e interagir, mas o modo de interpretação é mais difícil que no método tradicional.

Ressalta-se que, nas duas últimas transcrições dos relatos acima, fica evidente que os roteiros desenvolvidos se encontram na ZDP da maioria desses educandos, uma vez que mesmo estando acima da capacidade cognitiva individual dos alunos, podem ser resolvidos a partir da troca de significados entre os envolvidos no processo.

Ao mesmo tempo, a promoção de interações orais, as quais foram transcritas e analisadas segundo a concepção de pesquisa qualitativa de análise textual discursiva, permitiu o levantamento das concepções prévias dos discentes sobre os temas abordados e uma análise da eficácia da mediação por parte do discente na construção dos conceitos físicos. Tal momento teve como foco o compartilhamento intenso de significados, que acabou se refletindo em uma aprendizagem centrada na dialética, contrapondo-se ao processo de ensino tradicional.

Também a partir das transcrições, é possível constatar evidências consistentes de que a utilização de roteiros com o enfoque proposto torna os alunos mais

independentes, desenvolvendo habilidades, tais como autonomia na interpretação de dados e na emissão de hipóteses para resolução de um problema.

Ainda, a implementação da abordagem proposta para as atividades experimentais permite um ganho na interação entre os envolvidos no processo de ensino-aprendizagem, quando comparado com outras abordagens utilizadas em semestres anteriores (com o enfoque de um laboratório programado), potencializando o processo de negociação de significados físicos.

Como síntese da investigação acerca da inserção da teoria sociointeracionista nos Laboratórios de Física básica, destaca-se, inicialmente, que os roteiros na perspectiva proposta, em determinados aspectos, simularam as experiências vivenciais dos educandos, ao reproduzirem problemas com que os mesmos irão se deparar nas suas futuras atividades laborais, permitindo a externalização de conceitos particulares adquiridos nesses contextos. Esse processo permite suprir uma lacuna cognitiva, no que se refere à vivência dos conceitos espontâneos, acabando por fortalecer e enriquecer as relações conceituais.

Além disso, os roteiros propostos apresentam algumas etapas que potencializam o processo de ensino-aprendizagem. Todavia, essas etapas não devem ser seguidas como dogmas, tornando o processo engessado, visto que devem servir apenas de orientação, a fim de potencializar a troca de significados físicos entre os envolvidos no processo. Acrescente-se ainda que os momentos propostos no trabalho orientam o docente no sentido de deslocar a ênfase para um processo em que os alunos são levados a discorrer a prática laboratorial de forma dinâmica e reflexiva, promovendo a articulação entre o conhecimento, as habilidades, os valores e as atitudes, proporcionando autonomia na solução de problemas, através do levantamento de hipóteses, da análise dos dados obtidos e dos erros sistemáticos e de uma reavaliação da estratégia adotada na solução do problema.

Enfim, os resultados da pesquisa apontam para uma proposta de roteiros de Laboratório de Física básica no curso de graduação de Geofísica, na qual se deve partir de uma problematização contextual, que intenta deslocar o foco de um relatório final da atividade para o próprio processo de ensino-aprendizagem, evidenciando o seu caráter inventivo e investigativo e enfatizando a necessidade de repensar as práticas pedagógicas do Laboratório Didático de Física, de modo que elas gerem uma troca mais intensa de significados de conceitos, via interação social.

Referências

ALVES FILHO, J. de P. A. Regras de transposição didática aplicada ao laboratório didático. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.17, n.2, agosto, p.174-178, 2000.

ARAÚJO, M. S. T. de; ABIB, M. L. V. dos S. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 2, p. 176-194, 2003.

BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA. CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO. Parecer CNE/CES nº 67 de 11/03/2003. Disponível em: <portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES0067.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2010.

DELIZOICOV, D. Problemas e problematizações. In: PIETROCOLA, M. (org.). **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis, UFSC, 2001.

GASPAR, A.; MONTEIRO, I. C. de C. Atividades experimentais de demonstração em sala de aula: uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 2, p. 227-254, 2005.

GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de Administração de Empresas**, v. 35, n. 2, p. 57-63, 1995.

HERNANDES, C. L.; CLEMENT, L.; TERRAZZAN, E. A. Uma atividade experimental investigativa de roteiro aberto partindo de situação do cotidiano. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 8, 2002, Lindóia. **Atas...** CD-ROM. São Paulo: SBF, 2002. v. 1.

HODSON, D. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. **Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, v. 12, n. 3, p. 299-313, 1994. Disponível em: <<http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21370>>. Acesso em: 6 jan. 2010.

MARINELI, F.; PACCA, J. L. de A. Uma interpretação para dificuldades enfrentadas pelos estudantes em um laboratório didático de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 28, n. 4, p. 497-505, 2006.

MONTEIRO, I. C. de C.; GASPAR, A. Um estudo sobre as emoções no contexto das interações sociais em sala de aula. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 1, p. 71-84, 2007.

MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 191-210, 2003.

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

_____. Aprendizagem significativa subversiva. In: ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, 3, 2000, Peniche. **Anais...** Lisboa: Universidade Aberta, 2000. p. 33-45. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/>>. Acesso em: 6 jan. 2010.

PÉREZ, G. D.; CASTRO, V. P. La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo. **Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, v. 14, n. 2, p. 155-163, 1996.

RIBEIRO, M. S.; FREITAS, D. S.; MIRANDA, D. E de. A problemática do ensino de laboratório de Física na UEFS. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 19, n. 4, p. 444-447, 1997.

ROSA, C. W. Concepções teórico-metodológicas no laboratório didático de Física na Universidade de Passo Fundo. **Ensaio**, v. 5, n. 2, p. 13-27, 2003.

SILVA, G. S. F.; VILLANI, A. Grupos de aprendizagem nas aulas de Física: as interações entre professor e alunos. **Ciência & Educação**, v. 15, n. 1, p. 21-46, 2009.

TELFORD, W. M.; GELDART, L. P.; SHERIFF, R. E. **Applied Geophysics**. 2. ed. Cambridge Univ. Press., 1990. 770 p.

VENTURA, P. C. S.; NASCIMENTO, S. S. do. Laboratório não estruturado: uma abordagem do ensino experimental de Física. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 9, n. 1, p. 54-60, 1992.

VILLANI, A.; CARVALHO, L. O. de. Dificuldades de experimentos qualitativos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 16, n. 1-4, p. 98-109, 1994.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. 6. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

_____. **A construção do pensamento e da linguagem**. 1. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

WERLANG, R. B.; SCHNEIDER, R. S.; SILVEIRA, F. L. Uma experiência de ensino de Física de fluidos com o uso de novas tecnologias no contexto de uma escola técnica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 30, n. 1, p. 1503.1-1503.9, 2008.