OFICINA DE SISMOLOGIA PARA ALUNOS DO ENSINO MÉDIO NO PROJETO "PETROFUT"

Odilon Giovannini – ogiovannini@gmail.com
Universidade de Caxias do Sul, Centro de Ciências Exatas e Tecnologia
Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130
CEP 95070-560 – Caxias do Sul - RS

Elisa Danda de Oliveria – elisadanda@bol.com.br
Universidade de Caxias do Sul, Centro de Ciências Exatas e Tecnologia
Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130
CEP 95070-560 – Caxias do Sul - RS

Francisco Catelli – fcatelli@ucs.br
Universidade de Caxias do Sul, Centro de Ciências Exatas e Tecnologia
Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130
CEP 95070-560 – Caxias do Sul - RS

Resumo: *Este trabalho descreve uma das oficinas oferecidas pelo projeto PETROFUT aos alunos do ensino médio da região de Caxias do Sul. Adotando uma metodologia ativa e significativa, as oficinas abordam diversos temas relacionados à cadeia de petróleo e gás. Ao todo, mais de 250 alunos, durante 12 meses, atenderam aos encontros semanais nas salas e laboratórios da Universidade de Caxias do Sul. Particularmente, a oficina "Sismologia e a propagação de ondas acústicas", objeto deste artigo, trata da prospecção de petróleo e gás por um dos métodos mais utilizados, conhecido como "sísmica de reflexão". Nos quatro encontros da oficina foram desenvolvidas atividades práticas e em grupo sobre os aspectos fundamentais relacionados às ondas mecânicas e, em especial, à propagação de ondas sonoras em diversos meios físicos. Ao final, a oficina foi avaliada pelos alunos por meio de questionários e relatórios. Os relatórios foram analisados qualitativamente através da técnica de análise de conteúdo. A análise revela que os alunos têm muito interesse em aprender física, química e matemática, no entanto, esbarram nas dificuldades estruturais e de recursos humanos, ou seja, a falta de laboratórios e de professores de física nas suas escolas. Desta forma, a oficina, além de propiciar aos alunos uma oportunidade para desenvolverem atividades práticas em áreas deficitárias nas escolas, é fundamental para despertar o interesse dos alunos pelas ciências e incentivá-los para as carreiras tecnológicas.*

Palavras-chave: *Ensino médio, Sismologia, Aprendizagem baseada em problemas.*

1. INTRODUÇÃO

O projeto *"UCS-PROMOPETRO: Novos Desafios para o Engenheiro do Futuro - PETROFUT"* (VILLAS-BOAS, MARTINS, GIOVANNINI, 2012), promovido pela Universidade de Caxias do Sul (UCS) e financiado pela FINEP, tem como objetivo principal

incentivar os alunos de ensino médio a ingressarem nas carreiras de engenharia, mais especificamente as relacionadas com a chamada "cadeia de petróleo e gás".

Com a expansão da indústria petrolífera brasileira, incrementada pela descoberta do pé-sal, tem se tornado evidente a falta de engenheiros especializados na área de petróleo e gás. No final de 2011, segundo dados da Confederação Nacional da Indústria (CNI), o Brasil precisaria de mais 150 mil engenheiros até o final de 2012 devido aos investimentos no setor de energia e infraestrutura e à descoberta do pé-sal; tudo isso em um cenário onde o país forma uma média de 45 mil engenheiros por ano, consideradas todas as especializações de engenharia.

O setor de petróleo e gás é um dos que tem maior falta de profissionais e exigirá ainda mais nos próximos anos. Maciente e Araújo (2011) estimam entre 600 mil e 1,5 milhões o número de engenheiros requeridos pelo mercado de trabalho formal em 2020, dependendo da taxa de crescimento do país. Segundo os mesmos autores, o setor de petróleo e gás cresceu 8,7% entre 2000 e 2010, abaixo apenas do setor da indústria extrativa mineral.

A fim de motivar e incentivar os alunos do ensino médio a escolherem as carreiras de engenharia, o projeto PETROFUT foi organizado de forma a oferecer oito oficinas, com conteúdos relacionados à cadeia de petróleo e gás, para alunos do ensino médio.

O ensino de ciências nas escolas de ensino médio enfrenta sérias dificuldades decorrentes da falta de professores de física, química e matemática. A escassez destes profissionais, para atuarem no ensino médio e segundo ciclo do ensino fundamental, gira em torno de 60 mil professores (RUIZ, RAMOS, HINGEL, 2007). Além da falta de mestres, a escola de ensino básico ainda adota uma metodologia de ensino e aprendizagem muito vinculada à metodologia mecanicista. Ciente destes obstáculos, as oficinas do projeto PETROFUT foram planejadas sob a luz de uma metodologia que contemplasse os aspectos da interdisciplinaridade e contextualização, os quais são fortemente destacados nas Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio. Adotou-se, portanto, para as oficinas do projeto uma metodologia ativa e significativa denominada "Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas", mais conhecida como PBL, do inglês "Problem Based Learning".

A escolha dos temas das oficinas foi realizada levando em consideração as atividades de pesquisa desenvolvidas pelos professores da Universidade de Caxias do Sul envolvidos no projeto. As oficinas oferecidas neste projeto foram: oficina 1 - Produção de Biodiesel; oficina 2 - Uso de ligonocelulósicos na produção de etanol; oficina 3 - Geração de biogás a partir de resíduos de suínos; oficina 4 - Sismologia e a propagação de ondas acústicas; oficina 5 - Calor, meio-ambiente e usos de energia; oficina 6 - Robótica; oficina 7 - Robótica no ensino de ciências; oficina 8 - Utilização de resíduos de Petróleo & Biodiesel na produção de compósitos.

Os professores da UCS responsáveis pelas oficinas realizaram um curso sobre a metodologia PBL durante um semestre. Após esse período de treinamento e apropriação da metodologia as oficinas foram iniciadas com a presença dos alunos do ensino médio.

As oficinas foram concebidas para funcionarem como um "circuito de oficinas". Cada oficina consiste de quatro encontros e cada encontro, com duração de 3 horas, ocorre uma vez por semana. Uma turma de 12 a 16 estudantes de ensino médio participa de cada uma das oficinas e formam grupos de 4 estudantes. Cada grupo trabalha na resolução de tarefas e do problema central da oficina, segundo a metodologia PBL. A cada quatro semanas cada turma de alunos troca de oficina e inicia uma nova.

Este artigo relata as atividades desenvolvidas na oficina "Sismologia e a propagação de ondas acústicas" e apresenta os resultados de uma análise de dados qualitativos a partir dos relatórios escritos pelos alunos ao final de cada encontro e também no encerramento da oficina. O texto a seguir está organizado da seguinte forma: primeiramente, os aspectos

essenciais da metodologia PBL são apresentados. Após, são descritos os quatro encontros da oficina. Em seguida, os resultados da análise de conteúdo dos relatórios são apresentados e, então, o artigo é concluído com as considerações finais.

2. APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS - PBL

No desenvolvimento das oficinas do projeto tem-se adotado o método de aprendizagem ativa "Problem Based Learning" (SAVIN-BADEN e MAJOR, 2004). Essa metodologia promove a conexão entre os ensinamentos das ciências exatas e naturais de nível médio e suas aplicações práticas das áreas tecnológicas a partir da solução de problemas reais em atividades industriais e de serviços da Engenharia, inclusive os voltados para questões ambientais.

Nesse tipo de ambiente de ensino e aprendizagem, a fragmentação de disciplinas não é mais a regra. Pelo contrário, a busca pela solução ao problema leva a unificação dos conhecimentos construídos e em construção. Sendo assim, os professores devem buscar um aprimoramento em diversas áreas do conhecimento, capacitando-os a trabalhar de maneira interdisciplinar, juntando os conhecimentos básicos das diferentes ciências e integrando-os em busca de uma solução completa. A resolução de problemas oferece uma aprendizagem estruturada e rica, pois eles giram em torno de temas mais globais, cabendo ao estudante fazer a síntese dos temas estudados.

Além de favorecer a construção do conhecimento, a metodologia PBL contribui para o desenvolvimento de alguns atributos profissionais não técnicos considerados importantes para a prática da engenharia em uma sociedade em rápida transformação, como trabalho em equipe e mudanças de tarefas. As atividades são planejadas considerando o aluno como protagonista e corresponsável por seus aprendizados, enquanto o professor torna-se um mediador desse processo.

Esta metodologia, aplicada inicialmente em cursos de medicina, tem sido testada e aplicada em diversos cursos das áreas tecnológicas e consiste, basicamente, no trabalho em grupo e colaborativo a fim de responder a uma pergunta. Em termos gerais, a metodologia PBL é implementada contemplando os seguintes características:

Definição do problema
Formação de equipes
Definição das tarefas dos estudantes
A tarefa dos professores
Equipe de apoio e desenvolvimento
Avaliação da aprendizagem baseada em problemas

As seguir, é descrita integralmente a oficina "Sismologia e a propagação de ondas acústicas", desenvolvida sob a luz do PBL.

3. A OFICINA "SISMOLOGIA E A PROPAGAÇÃO DE ONDAS ACÚSTICAS"

Dentro do projeto "PETROFUT", essa oficina tem como objetivo apresentar aos alunos uma das principais técnicas de prospecção de petróleo e gás, conhecida como "sísmica de reflexão".

A sísmica de reflexão é uma das várias técnicas geofísicas utilizadas para o estudo da estrutura, composição e propriedades das camadas sub-superficiais da Terra. Esse método é muito utilizado pelas empresas petrolíferas para a prospecção de petróleo e gás. O método consiste na emissão de ondas acústicas artificiais na sub-superfície ou no mar (geradas por explosivos, ar comprimido, queda de pesos ou vibradores) e na medição do tempo requerido para que estas ondas se propaguem da fonte de emissão até um conjunto de sensores (geofones ou hidrofones) dispostos na superfície, após serem refletidas nas descontinuidades da crosta terrestre. Os dados obtidos são analisados a fim de construir um mapa de velocidade da onda acústica em função da profundidade. Como a velocidade do som depende do meio em que a onda se propaga, estima-se, com boa significância, a localização dos poços de petróleo e gás. Nesta oficina, portanto, são discutidos com os estudantes do ensino médio os conceitos físicos, matemáticos e fenomenológicos relacionados às ondas acústicas e suas aplicações, principalmente na área de prospecção de petróleo.

Seguindo a metodologia PBL, a oficina propõe aos estudantes encontrar a solução do seguinte problema principal: Como podemos "conversar" com o petróleo? A busca pela resposta a essa pergunta levará os alunos a conhecerem os aspectos físicos e matemáticos da propagação de ondas visando favorecer a compreensão dos métodos sísmicos utilizados na prospecção de petróleo e gás.

A oficina é dividida em quatro encontros; cada encontro ocorre uma vez por semana e tem 3 horas de duração. Os alunos são separados em grupos e cada um desenvolve as tarefas solicitadas. Os encontros são planejados para seguirem uma sequência didática; pretende-se, desta forma, que os alunos mantenham o foco na oficina permanentemente entre os encontros.

Figura 1. Alunos exibem um modelo de onda por eles confeccionado que permite visualizar a propagação de uma onda mecânica.

No primeiro encontro, após uma rápida introdução sobre o movimento ondulatório, para relembrarem alguns assuntos e destacar os conhecimentos mais importantes, cada grupo "constrói" um modelo de onda, como mostra a Figura 1. Nesse experimento deve-se identificar o tipo de onda gerada pelo pulso produzido e compreender como ocorre a propagação da energia. Para concluir essa primeira etapa, determina-se a velocidade de uma onda em uma corda. Sempre, ao final de alguma tarefa, cada grupo debate os resultados obtidos e responde algumas questões propostas. Como tarefa para o encontro seguinte, recomenda-se que os alunos estudem as funções trigonométricas.

O segundo encontro é iniciado de uma forma mais prática que o anterior; como primeira tarefa os grupos devem confeccionar um experimento que permite observar as vibrações produzidas pelas ondas sonoras. Em seguida, com o auxílio de um microfone e do software livre "Visual Analyser" (http://www.sillanumsoft.org/prod01.htm), visualiza-se a onda sonora produzida por um diapasão e pela voz de uma pessoa (Figura 2); neste ponto, o conceito de frequência, período e comprimento de onda são definidos a partir do gráfico gerado pelo software. Para finalizar este encontro, determina-se a velocidade do som no ar através de um experimento de ondas estacionárias.

Figura 2. Visualização da onda sonora e do seu espectro usando os recursos do software livre, no encontro 2.

O terceiro encontro foca-se na propagação de ondas acústicas em meios sólidos. Inicia-se o encontro com um experimento que simula a propagação de ondas sísmicas do tipo *S* e *P*. Após a discussão dos resultados deste experimento, são feitas demonstrações experimentais, como a produção de ondas estacionárias em uma corda e uma lâmpada estroboscópica. O objetivo é compreender o conceito de frequência da onda que é fundamental para a determinação da velocidade de propagação da onda em meio sólidos. Em seguida, com auxílio do software Visual Analyser, observa-se o espectro de frequência do som. Para finalizar esse encontro, determina-se a velocidade do som em uma barra de metálica.

No quarto encontro, é o momento onde os estudos realizados sobre ondas acústicas e a propagação são conectados com o método de sísmica de reflexão, utilizado na prospecção de petróleo e gás. Para fazer essa conexão, entre a teoria, a prática e a aplicação, os alunos em grupo buscam na internet informações sobre os diferentes métodos que podem ser usados para

a prospecção de petróleo e gás. Após finalizar esse levantamento, cada grupo apresenta aos demais os seus resultados. Em seguida, ele identificam entre os diversos métodos encontrados aquele que melhor se encaixa nos estudos realizados nos encontros anteriores e então, cada grupo busca e apresenta um vídeo que explique e exemplifique como funciona esse método para toda a turma.

Ao final do último encontro, solicita-se a redação de um relatório individual sobre o aprendizado, a importância deste conhecimento e uma avaliação da oficina como um todo, com espaço para críticas e sugestões.

4. ANÁLISE QUALITATIVA DOS RELATÓRIOS

Uma avaliação geral da oficina envolvendo o processo de ensino e aprendizagem é realizada a partir da utilização de instrumentos como questionários abertos e relatórios. A aplicação destes instrumentos ocorre durante os encontros; os questionários são respondidos por cada grupo enquanto que o relatório final de cada encontro e o final da oficina são redigidos individualmente.

Os questionários tratam do conhecimento específico do assunto tratado em cada encontro, por exemplo, no encontro 2 o tema são ondas sonoras. No relatório final e individual o aluno identifica os pontos positivos e negativos da oficina.

Neste artigo são mostrados os resultados da análise qualitativa dos relatórios. A análise dos questionários, que tratam do conhecimento específico, está sendo realizada. Os relatórios foram analisados utilizando o método qualitativo de análise de conteúdo proposta por MORAES (1999).

A pesquisa qualitativa explora particularmente as técnicas de observação e de entrevista devido à propriedade com que estes instrumentos penetram na complexidade de um problema. Os dados, na forma de palavras e não de números, passam a ser analisados de forma indutiva; durante o processo assumem certa especificidade que passam a ser buscadas em outros depoimentos e, por conseguinte, tornam-se unidades de pesquisa e, na continuidade, categorias de análise.

As análises textuais têm sido cada vez mais utilizadas em situações de pesquisas qualitativas, seja partindo de textos existentes, seja produzindo o material de análise a partir de entrevistas e de observações. Elas têm a finalidade de aprofundar a compreensão dos fenômenos que investigam a partir de uma análise rigorosa e criteriosa da informação. Não pretendem testar hipóteses para comprová-las ou refutá-las ao final da pesquisa, já que a intenção é a busca da compreensão e reconstrução dos conhecimentos sobre os temas investigados. Segundo Moraes & Galiazzi (2007), a análise textual discursiva organiza seus argumentos em torno de quatro focos – a desmontagem dos textos; o estabelecimento de relações; a captura de um novo emergente e a recolocação dos achados em um processo auto-organizado – sendo que os três primeiros compõem um ciclo que culmina no quarto foco.

Após várias releituras dos relatórios, as falas dos alunos foram separadas em três categorias: categoria 1 – recursos didáticos na aprendizagem; categoria 2 – metodologia; categoria 3 – professor.

Abaixo está a descrição de cada uma das categorias exemplificadas com algumas falas dos alunos.

CATEGORIA 1: RECURSOS DIDÁTICOS NA APRENDIZAGEM

Para essa categoria foram consideradas citações que destacassem o uso de recursos didáticos como vídeos, equipamentos e experimentos que auxiliavam na compreensão do assunto abordado. (A: aluno)

A195 – É muito interessante ver na pratica o que nós aprendemos, por exemplo, os vídeos que observamos e os experimentos que realizamos.
A63 – Olhando os vídeos são fáceis de úteis, alias esse método é o melhor.
A22 - Uso de materiais nunca usados, coisas que havia visto na sala de aula, mas nunca havia sido utilizado.
A121 – Ter o conhecimento de coisas diferentes; expandindo o nosso conhecimento.
A198- Os experimentos são legais e bons para que possamos aplicar o nosso conhecimento que conseguimos na escola e no petrofut.
A 202- A possibilidade de visualização real do procedimento.
A193- Gosto muito de exemplos práticos, é muito mais fácil entender dessa maneira.
A 170- Experimento em aula, nos mostrando de forma pratica como funciona.
A86- Método usado é excelente, utilizando experiências combinadas com boas explicações.

CATEGORIA 2: METODOLOGIA

Para essa categoria foram consideradas citações sobre o modo como a oficina é conduzida. Foram consideradas citações sobre a participação ativa do aluno nas várias etapas da oficina. Também entraram nessa categoria as falas dos alunos citando o trabalho em equipe como facilitador da aprendizagem e a importância da autonomia do aluno, como por exemplo, na operação de experimentos.

A28 – A aula é bem aproveitada
A10- É uma forma diferente do ensinamento.
A231- O método utilizado é descontraído, de uma forma fácil para memorizar.
A246- A forma diferente de se aprender porque somos praticamente a gente que da a aula.
A 167- Demonstração sobre o modo de propagação da onda, nos deixando medir sozinhos.
A5- A participação nas atividades, não só vendo ou escrevendo, mas sim "atuando", pois em minha opinião é assim que se "pega o jeito e o interesse" pelas coisas.
A30- Ao fazermos trabalhos em grupos, para mim, consigo aprender mais, pois tiro duvidas e conheço novas pessoas.
A47- Trabalhos práticos e em grupos, deu pra conhecer pessoas novas, desenvolver trabalhos com conteúdos que eu não tinha visto ainda.
A244- O método utilizado é muito eficiente, pois preza pela prática do conhecimento adquirido.
A174- A aula por ter sido pratica, faz com que as coisas por si só fiquem interessantes.
A109- Que podemos praticar algo, sendo mais fácil o método de ensino.
A48- O método é em cima de problemas, o que faz o aluno aprender fazendo e não apenas na teoria.

CATEGORIA 3: PROFESSOR

Nessa categoria foram consideradas citações sobre a atuação do professor. Foram consideradas falas sobre atenção as dúvidas, a facilidade de compreensão através das informações dadas e também da facilidade de memorização das informações.

A185- Foi uma aula bem descontraída, pois enquanto estávamos aprendendo, nos distraíamos com as piadas usadas pelo professor.
A37- A interação aluno/professor ajuda muito a entender a matéria.
A4- Um método de ensino bastante explicativo, com bastante atenção a respeito das dúvidas.
A98 - São aulas que nós podemos ver e tirar duvidas.
A207- O professor chama atenção da turma.
A201- Informações textuais de fácil compreensão e boa visualização do conteúdo estudado.
A209- O professor explica de forma clara, o que nos ajuda tanto na aprendizagem quanto na revisão desse assunto.
A76- As teorias são bem explicadas, o professor tem total domínio do assunto tratado.
A102- O professor explica com calma e se não conseguimos entender, explica novamente.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto PETROFUT ofereceu oito oficinas, nas mais diversas áreas relacionadas à cadeia de petróleo e gás, para alunos do ensino médio da região de Caxias do Sul (RS), durante os anos de 2011 e 2012. Mais de 250 alunos tiveram o privilégio de participar deste projeto na Universidade de Caxias do Sul cujo objetivo foi despertar, nesses jovens, o interesse pelas carreiras nas áreas de petróleo e gás.

Todas as oficinas desenvolvidas no projeto seguiram a metodologia PBL, do inglês "Problem Based Learning". Os professores que ministraram as oficinas participaram de diversas atividades como cursos com especialistas, seminários e workshops para familiarizar-se com a metodologia PBL e também em relação à sua implementação.

A oficina "Sismologia e a propagação de ondas acústicas" mostrou, através de uma análise qualitativa dos relatórios dos alunos, o grande interesse pelas áreas científicas e tecnológicas. Por outro lado, evidenciou a carência das escolas de ensino médio de recursos materiais e humanos, principalmente nas áreas das ciências exatas e matemática. A análise também mostrou que as atividades práticas são fundamentais para despertar o interesse dos alunos no estudo de disciplinas de física.

Como legado do projeto PETROFUT, as oficinas continuam sendo oferecidas às escolas da região; além disso, vários alunos que participaram do projeto atualmente estão cursando engenharia na UCS.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer o apoio da UCS, da FINEP, do CNPq e dos colegas, em especial, dos professores Valquíria Villas Boas Gomes Missell e José Arthur Martins.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MACIENTE, A. N.; ARAÚJO, T. C. **A demanda por engenheiros e profissionais afins no mercado de trabalho formal**. Radar, Brasília: Ipea, n. 12, fev. 2011. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_alphacontent&view=alphacontent&Itemid=80> Acesso em: 14 jun. 2013.

MORAES, R. Análise de conteúdo. Revista Educação, Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. do C. Análise textual discursiva. Ijuí: Ed. Unijuí, 2007.

RUIZ, A, I.; RAMOS, M. N.; HIGEL. M. **Escassez de professores no ensino médio: Propostas estruturais e emergenciais.** Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/escassez1.pdf> Acesso em: 14 jun. 2013.

SAVIN-BADEN, Magin; MAJOR, Claire Howell. Foundations of Problem-based Learning. Open University Press – McGraw-Hill Education, 2004. 197 p.

VILLAS-BOAS, V.; MARTINS, J. A.; GIOVANNINI, O. PETROFUT: novos desafios para o engenheiro do futuro. Revista Dynamis, v.12, n. 2, p.45-55.

SEISMOLOGY WORKSHOP FOR HIGH SCHOOL STUDENTS IN PROJECT "PETROFUT"

Abstract: *This paper describes one of the workshops offered by the project PETROFUT to high school students in the area of Caxias do Sul. By using a methodology active and meaningful, the workshops addressed various issues related to oil and gas chain. In all, more than 250 students who met the 12-month weekly meetings in the classrooms and laboratories of the University of Caxias do Sul. Particularly, the workshop "Seismology and acoustic wave propagation", the object of this article, addresses the oil exploration and gas by one of the most used methods, known as seismic of reflection. In the four meetings of the workshop were developed practical activities by teams on the fundamental aspects of mechanical waves and, in particular, the propagation of sound waves in different media. The workshop was evaluated by students through questionnaires and reports. The reports were analyzed qualitatively using the technique of content analysis. The results showed that students have enough interest in learning physics but bump into structural difficulties and human resources, i.e. the lack of laboratories and physics teachers in their schools.*

Key-words: *High school, Seismology, Problem Bases Learning*