



EXPERIÊNCIA DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS NA DISCIPLINA CIÊNCIA DOS MATERIAIS DO CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

Nathalia Ribeiro Corrêa – nathaliarcorrea@hotmail.com

Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo
Av. Fernando Ferrari, 514, Campus Universitário Almor Queiroz de Araujo, Goiabeiras.
CEP 29075-910 – Vitória – ES.

Jessica Carla da Silva – jessica.carla10@yahoo.com.br

Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo
Av. Fernando Ferrari, 514, Campus Universitário Almor Queiroz de Araujo, Goiabeiras.
CEP 29075-910 – Vitória – ES.

Prof^ª Maristela Gomes da Silva, Dr. Eng. – margomes.silva@gmail.com

Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Espírito Santo
Av. Fernando Ferrari, 514, Campus Universitário Almor Queiroz de Araujo, Goiabeiras.
CEP 29075-910 – Vitória – ES.

Resumo: *No ensino em engenharia, usualmente os métodos tradicionais de ensino-aprendizagem não favorecem o desenvolvimento de habilidades importantes na realidade do atual mercado de trabalho. O presente artigo tem por objetivo avaliar a experiência de três anos de implantação de uma adaptação da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) na disciplina de Ciência dos Materiais no curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Os grupos de estudo são constituídos por dois estudantes, com responsabilidades compartilhadas, não havendo as figuras de líder, redator e porta-voz. A dupla deve apresentar a solução do problema em produtos variados, como roteiros de estudo, trabalhos escritos, apresentações orais entre outros. A avaliação de desempenho das apresentações orais é feita pelos estudantes e pelo docente, sem auto-avaliação, sendo que os estudantes também escolhem os melhores trabalhos apresentados. Também são aplicados exercícios individuais em sala de aula para a avaliação da aprendizagem do conteúdo teórico. Em uma turma de 16 estudantes, com 14 questionários aplicados, 100% dos estudantes acharam que a disciplina contribuiu para o entendimento de problemas relacionados com habilidades e competências do engenheiro ambiental. De forma geral, houve entendimento dos objetivos do método por parte dos estudantes, e o monitoramento das suas adaptações comprovou o aprimoramento do processo de ensino-aprendizagem.*

Palavras-chave: *Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), Engenharia Ambiental, Ciência dos Materiais, Intervenções.*



1. INTRODUÇÃO

Atualmente, a sociedade tem passado por mudanças e avanços tecnológicos que exigem dos profissionais de educação não apenas uma formação técnica forte, mas também uma capacidade de transmitir e estimular o aprendizado dos alunos, sendo que estes devem desenvolver ao longo de sua formação acadêmica habilidades e competências de relacionamento humano. Com isso, existe uma tendência na metodologia pedagógica de nível superior, a qual se busca transformar a aprendizagem num processo de construção de conhecimento, por meio de uma iteração de corresponsabilidade entre professor e aluno. Segundo Masetto (2003), recentemente os professores universitários começaram a se conscientizar de que seu papel de docente exige capacitação própria e específica que não restringe a ter um diploma técnico, ou ainda apenas o exercício da profissão. Espera-se de um professor a competência pedagógica, pois ele é um educador. Em outras palavras, pode-se dizer que a crença de que “*quem sabe, automaticamente sabe ensinar*”, não é mais aplicável à realidade pedagógica atual.

Nesse contexto, encontra-se o método *Problem-Based Learning* (PBL), um método revolucionário de ensino criado na escola de Medicina da Universidade de McMaster (Canadá) por Howard Barrows. O autor fundamenta todo o aprendizado, inclusive o das ciências básicas, na discussão de casos clínicos de papel, como forma de motivar e mobilizar o aluno para a solução de problemas reais (VOLTARELLI, 1998). Apresentando boa aceitação o método se difundiu em todo o mundo, chegando ao Brasil, pelo nome de Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP).

O método ABP se contrapõe ao sistema linear de ensino aprendizagem, no qual o professor é o agente ativo e único detentor das informações, enquanto o estudante é o agente passivo, mero coadjuvante, com a função de absorver o máximo possível de informações que forem transmitidas. Para tanto, o método ABP faz uso de problemas como forma de ensino-aprendizagem, na qual o estudante é responsável pela solução de questões práticas, contribuindo para que o mesmo passe a ter um papel mais ativo no processo e seja foco da aprendizagem (FAMEMA, 1999 apud REIS, 2005).

Em um relatório direcionado à Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO)¹ em 2010, a Comissão Internacional sobre a Educação no Século XXI defende que “*ao longo da vida a educação se baseia em quatro pilares: aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a conviver e aprender a ser*”. De acordo com Campos *et al.* (2011), a Resolução N° 48/76 do Conselho Federal de Educação (CFE/MEC1976), que introduziu o currículo mínimo para cada uma das seis áreas de habilitação: civil, elétrica, mecânica, química, minas e metalurgia, que regulamentava o ensino de engenharia no Brasil até 2002 se mostrava inadequada para novas exigências socioeconômicas do país e do mundo. A aprovação da Resolução N°11/2002 (CFE/CES), que estabeleceu as Diretrizes Curriculares do Curso de Graduação em Engenharia, se efetivamente utilizadas, promoveriam mudanças nos currículos que poderiam resolver as deficiências de formação do engenheiro. Segundo essa Resolução, em seu Artigo 4º, a formação do Engenheiro tem por objetivo dotar o profissional de conhecimentos que possam ser transformados em competências e habilidades gerais.

¹Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0010/001095/109590por.pdf>> Acesso em 03 fevereiro de 2013.



O uso do método ABP faz com que a realidade profissional se torne mais próxima do estudante, reforçando a interação entre a teoria e a prática, o que o torna adequado a diversos cursos de graduação, como o de Engenharia Ambiental. Porém, os registros de aplicação e avaliação do método nestes cursos ainda são muito escassos no Brasil, apontando a necessidade de uma maior reflexão e entendimento para verificar se o método ABP pode contribuir positivamente para as necessidades do novo profissional de Engenharia, conforme sugerido por vários pesquisadores (BOUND; FELETTI, 1998; REIS, 2005; MORAES, 2007; PEREIRA *et al*, 2007; SANTOS *et al*, 2007).

O presente artigo tem o intuito de avaliar a evolução da adaptação do método ABP na disciplina de Ciências dos Materiais no curso de graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Espírito Santo, levando-se em consideração a opinião dos estudantes.

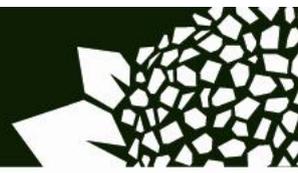
2. O MÉTODO DE APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS (ABP)

2.1. Conceito e estrutura

A Aprendizagem Baseada em Problemas é uma abordagem para a estruturação do currículo que envolve os estudantes e que os confrontam com problemas da prática, fornecendo estímulos para a aprendizagem (BOUND; FELETTI, 2008). De acordo com Reis (2005) este método de ensino vem sendo utilizado, desde década de 1970, nos currículos de vários cursos de Graduação nos Estados Unidos da América, Canadá e países da Europa, inicialmente na área de saúde, na qual a habilidade de resolver problemas é essencial para o desenvolvimento profissional, e mais recentemente nas áreas de Engenharia, Educação, Administração, entre outras.

Esse mesmo autor ainda faz um apanhado de informações e resume a ideia para explicar os principais passos na estrutura do método ABP, quais sejam:

- I. Esclarecimento dos termos difíceis: identificação das palavras, expressões e termos técnicos que não foram entendidos ou que geraram dúvidas. O grupo de estudo formado deve tentar dirimir as dúvidas dos colegas, e, caso isso não seja possível, o significado do termo deve ser incluído nos objetivos de aprendizado, que deve ser buscado junto a bibliografias ou ao professor;
- II. Listagem dos problemas: identificação e definição dos problemas a serem entendidos e explicados, sem procurar sua causa e consequência;
- III. Análise dos problemas (“*brainstorm*”): primeiramente, deve-se discutir os conhecimentos prévios do(s) grupo(s) apontados na primeira etapa, e, posteriormente, devem ser apresentadas informações consideradas relevantes para o entendimento do problema;
- IV. Preparação de resumo das etapas anteriores: resumir a discussão, lembrando os problemas listados, as hipóteses levantadas e os conhecimentos prévios reunidos;
- V. Formulação dos objetivos do aprendizado: diante dos problemas listados e das suas análises, identificam-se pontos de dúvidas e a associação aos objetivos, sendo que o grupo deve decidir o que será priorizado no estudo, podendo cada estudante identificar algum interesse individual ou aprofundar em algum assunto específico;
- VI. Busca de informações: a busca de informações e os estudos devem ser realizados individualmente. O professor pode indicar uma bibliografia básica, mas os estudantes devem buscar outras fontes de informações e compartilhá-las entre si;



VII. Retorno, integração das informações e resolução dos casos: o objetivo da segunda reunião tutorial é integrar as informações trazidas para resolver o caso. O professor realizará as intervenções necessárias no sentido de esclarecer quaisquer pontos duvidosos ou com entendimento equivocado.

2.2. Características

Savery (2006) descreve algumas características essenciais relativas ao método ABP, quais sejam:

- A responsabilidade pelo próprio aprendizado deve ser do estudante;
- Os problemas simulados em ABP devem ser mal estruturados e permitir o livre questionamento;
- O aprendizado deve ser integrado por meio de uma grande variedade de temas e disciplinas;
- A colaboração é essencial;
- O que os estudantes aprendem deve ser aplicado na solução do problema sob a forma de re-análise e resolução;
- Uma discussão de fechamento sobre o que foi aprendido durante e após a solução do problema, bem como conceitos e princípios é essencial;
- Uma auto-avaliação e avaliação por pares devem ser conduzidas ao término de cada problema e ao final de cada unidade curricular;
- As atividades realizadas em uma ABP devem ser aquelas valorizadas no mundo real;
- ABP deve ser a base de um currículo pedagógico e não parte de um currículo didático;
- Os exames dos estudantes devem medir o progresso por meio dos objetivos da ABP.

2.3. Vantagens e desvantagens

Segundo Gil (2006) e Chan (2008), as principais vantagens alcançadas ao se adotar o método ABP são:

- Compreensão dos assuntos;
- Retenção dos conhecimentos;
- Responsabilidade pela própria aprendizagem;
- Desenvolvimento de habilidades interpessoais e do espírito de equipe;
- Automotivação entre os estudantes;
- Interdisciplinaridade;
- Estabelecimento de novas formas de relacionamento entre professor e estudante;
- Aprendizado de vida longa.

Chan (2008) explica que qualquer método de aprendizagem pode apresentar além de vantagens algumas desvantagens, como são listadas a seguir:

- Um bom projeto de ABP leva tempo para ser preparado e para executado. Precisa de cuidados no projeto e no monitoramento de todo o processo;
- Os docentes precisam de dedicação e treinamento para se tornar bons tutores ou facilitadores;
- Exige mais horas de contato e uma maior equipe;
- Muitos coordenadores de curso temem que ABP signifique reduzir o conhecimento do conteúdo específico, o que é verdadeiro. ABP é provavelmente



mais adequada para assuntos que não dependem muito do conteúdo de conhecimento prévio;

- Criar um problema ABP perfeito com várias disciplinas em um currículo exige uma quantidade excessiva de organização e exige que o curso seja validado;
- A avaliação dos estudantes no trabalho em equipe é um problema comum nas avaliações de grupo. Reconhecimento de resultados individuais e em equipe, além de critérios de avaliação claros são sempre importantes.

3. ABORDAGEM METODOLÓGICA

3.1. Aplicação de adaptação do método ABP na disciplina Ciência dos Materiais

A disciplina Ciência dos Materiais é ofertada pelo Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal do Espírito Santo. Este item é uma unidade curricular obrigatório do curso de Graduação em Engenharia Ambiental, com carga horária de 60 horas semestrais e 4 horas semanais, divididas em dois dias de aula. No ano letivo de 2012, esta disciplina foi oferecida aos estudantes do 2º período do curso, tendo um total de 16 vagas ocupadas.

O conteúdo abrangido pela disciplina contempla o ensino clássico de Ciência dos Materiais, sustentado pelo enfoque científico, esperando-se o entendimento da sustentabilidade e do ciclo de vida dos materiais, do desempenho e dos mecanismos de deterioração em serviço, da influência da microestrutura nas propriedades, da relação dos materiais com o meio ambiente e da base para o desenvolvimento de novos materiais. A ementa da disciplina e os mecanismos de avaliação estão apresentados na

Figura 1.

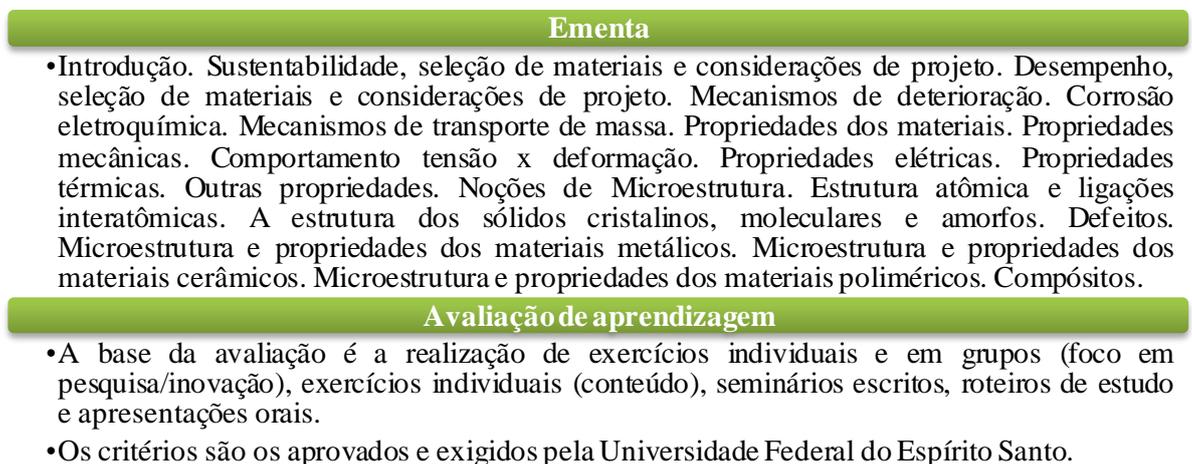


Figura 1 – Ementa e mecanismos de avaliação de aprendizagem

Da mesma forma que na metodologia descrita por Silva *et al.* (2012) em um estudo sobre a aplicação de uma adaptação ao método ABP na disciplina de Ciência dos Materiais no mesmo curso de Engenharia Ambiental no ano letivo de 2011, as informações sobre programa, método de ensino-aprendizagem, critérios de avaliação, principais referências bibliográficas, bem como onde seriam disponibilizados os materiais de consulta e os procedimentos para atendimentos/orientações foram apresentadas no primeiro dia de aula.

Antes de cada conteúdo, foram apresentadas as referências bibliográficas para leitura complementar, os exercícios, as datas de apresentação e entrega do seminário escrito ou roteiro de estudo, conforme o caso. Ao final de cada assunto, destacava-se a leitura complementar para o conteúdo seguinte.

Além disso, os grupos eram constituídos por duplas e os estudos de caso eram trabalhados em forma de seminários, roteiros de estudos e/ou trabalhos escritos. No caso dos seminários, a avaliação teve a participação dos estudantes (sem auto avaliação) e do professor, sendo que os estudantes elegiam os melhores trabalhos. Nos trabalhos escritos, a avaliação era apenas do professor.

Os estudantes interessados puderam também participar de um curso de extensão em Avaliação do Ciclo de Vida, complementar à disciplina, onde também foi aplicada uma adaptação do Método ABP. A

Figura 2 resume os estudos de caso abordados nos exercícios, em ordem regressiva de acontecimento.

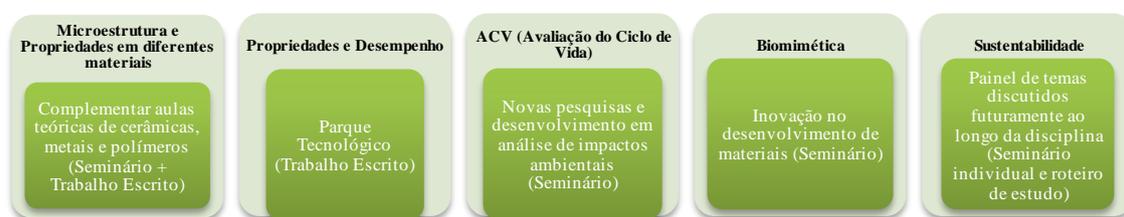


Figura 2 - Principais assuntos abordados nos estudos de caso

Além dos estudos de caso, também foram aplicados exercícios individuais sobre sustentabilidade, avaliação do ciclo de vida e biomimética; desempenho e propriedades dos materiais; e influência da microestrutura nas propriedades dos materiais, a fim de monitorar o processo de aprendizagem do conteúdo teórico. Da mesma forma, foram sugeridas leituras complementares às aulas teóricas, possibilitando um maior embasamento para discussão dos temas propostos.

3.2. Mudanças adotadas em relação à oferta no ano letivo de 2011

Adicionalmente ao descrito em Silva *et al.* (2012) em uma avaliação da aplicação do método ABP nesta mesma disciplina no ano letivo de 2011, com o objetivo de confrontar os estudantes com questões que seriam futuramente apresentadas, e, ao mesmo tempo, aplicar os ensinamentos da aula de metodologia de pesquisa e elaboração de trabalhos técnicos e apresentações orais, no ano letivo de 2012 foram distribuídos um tema para cada estudante, para apresentação oral (5 ou 10 minutos) e entrega de um roteiro escrito.

A dinâmica de apresentações também foi um ponto diferencial. As duplas se mantinham inalteradas, mas a ordem das apresentações mudava, ou seja, os prejuízos às duplas iniciais eram minimizados, visto que essas sempre davam orientação às demais sobre como se devia apresentar o conteúdo, pois, após cada seminário, abria-se um espaço para discussão, e o professor ponderava sobre os erros e acertos, além da resolução de dúvidas.



3.3. Questionário para pesquisa de opinião

Analogamente ao apresentado por Silva *et al.* (2012) em um estudo sobre a aplicação de uma adaptação ao método ABP na disciplina de ciência dos materiais no mesmo curso de Engenharia Ambiental no ano letivo de 2011, realizou-se uma pesquisa de opinião como forma de avaliar o método utilizado.

Com o intuito de validação da pesquisa, foram estabelecidos alguns critérios para a aplicação e avaliação dos dados adquiridos com aplicação do questionário, quais sejam:

- Aplicação de 14 questionários ($\approx 87,5\%$ dos estudantes matriculados na turma), sendo a amostra constituída por 13 estudantes aprovados sem prova final, 1 estudante aprovado após prova final;
- 2 estudantes que não quiseram ou não puderam responder foram excluídos da amostra;
- A análise dos dados foi feita com base na estatística descritiva simples.

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A partir da metodologia explicitada anteriormente, foram aplicados questionários aos estudantes que cursaram a disciplina no ano letivo de 2012, afim de avaliar o aprimoramento da adaptação ao método ABP em relação ao ano letivo de 2011. Os resultados obtidos são apresentados na figura 3.

A primeira questão visava identificar a opinião dos estudantes quanto ao desenvolvimento de algumas habilidades e competências proporcionado pelo método aplicado. Dessa forma, a pergunta foi subdividida em seis itens a fim de explorá-la de maneira mais abrangente.

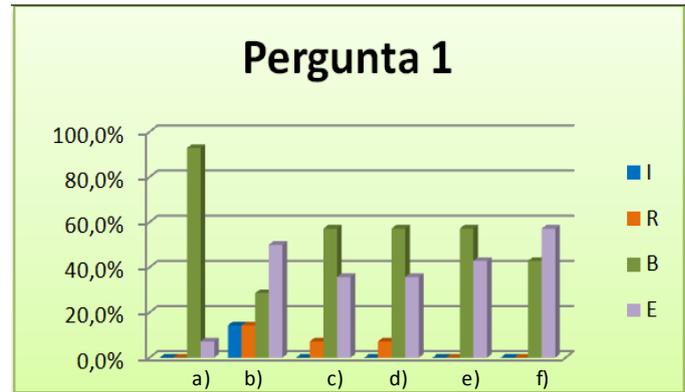
De maneira geral, todos os itens apresentaram um índice de avaliação positivo por parte dos estudantes, sendo que as opções bom (B) e excelente (E) foram sempre superiores as opções insuficiente (I) e regular (R). Destaque para os itens que abrangeram o desenvolvimento das habilidades de pensar analiticamente (figura 3, letra a, 1ª questão), apresentar trabalhos oralmente (figura 3, letra e, 1ª questão) e definir problemas e soluções a partir de uma situação proposta (figura 3, letra f, 1ª questão). Em todos os três itens, o índice de insuficiente (I) e regular (R) foram zero, demonstrando que estes foram satisfatórios e bem explorados ao longo da disciplina.

Ainda em relação à habilidade de pensar analiticamente (figura 3, letra a, 1ª questão), ao se analisar os resultados descritos em Silva *et al.* (2012) em um estudo anterior, verifica-se que a percepção dos estudantes quanto a esta habilidade desenvolveu-se de maneira mais satisfatória a partir das mudanças implantadas no ano letivo de 2012, tendo mais de 90% da frequência de resposta na opção bom (B).

1ª questão:

Como você avalia os exercícios propostos em sala de aula como meio de desenvolver no estudante as seguintes habilidades*:

- a) Pensar analiticamente
- b) Trabalhar em grupo
- c) Como e onde achar conhecimento relevante
- d) Elaborar trabalhos escritos
- e) Apresentar trabalhos oralmente
- f) Definir problemas e soluções a partir de uma situação proposta

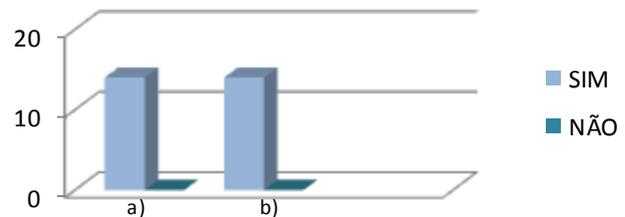


*Escala: Insuficiente "I", Regular "R", Bom "B" ou Excelente "E"

2ª Questão:

Você acha que os exercícios propostos em sala de aula o aproximaram de: (Sim ou Não)

- a) Inovação, pesquisa e ciência?
- b) Situações práticas?

Pergunta 2**3ª Questão:**

Em sua opinião a disciplina contribuiu para melhor entendimento de problemas inseridos no âmbito de competências e habilidades de um engenheiro ambiental? (Sim ou Não)

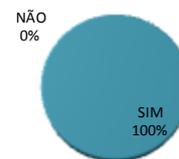
Pergunta 3

Figura 3 - Resultados das respostas às questões 1, 2 e 3 do questionário.

A letra b, referente à habilidade de trabalhar em grupo, foi a que apresentou maior diversidade quanto às respostas obtidas. Ainda assim, o percentual referente ao item excelente (E) foi superior aos demais (50%), sendo que a opção bom apresentou aproximadamente 29% de frequência. Não se deve, porém, ignorar o fato de que as opções insuficiente (I) e regular (R) apresentaram um percentual de cerca de 14,3 % cada, representando 28% do total. Dessa forma, pode-se inferir que esta habilidade foi desenvolvida de forma eficaz, porém também deve-se investigar a causa para as respostas insatisfatórias. Uma hipótese, com base nas respostas discursivas que serão apresentadas posteriormente, pode ser o fato das duplas serem mantidas fixas durante todo o semestre, o que pode gerar desgastes, ou, até mesmo, um ou outro integrante se sentir prejudicado ou sobrecarregado.



As letras c e d, referentes às habilidades de como e onde achar conhecimento relevante e elaborar trabalhos escritos, respectivamente, obtiveram resultados iguais. Nestes, a opção bom (B) foi a mais freqüente chegando a um pouco mais de 57% do total de repostas obtidas. A opção regular (R) apresentou uma baixa representatividade, podendo-se inferir que estas habilidades foram exploradas de forma satisfatória e eficaz por meio do método aplicado.

A segunda questão objetivou identificar se a adaptação ao método ABP foi eficaz na aproximação dos estudantes à temática inovação, pesquisa e ciência e com situações práticas (figura 3, 2ª questão), itens importantes na formação de um engenheiro. Os resultados obtidos foram bastante satisfatórios uma vez que se obteve 100% de aprovação por parte dos estudantes. Mais uma vez, ao se comparar aos resultados obtidos na pesquisa anterior realizada por Silva *et al.* (2012), as modificações apresentadas na metodologia aplicada à disciplina no ano letivo de 2012 desencadearam uma maior eficiência e eficácia. Sendo assim, a adaptação ao método ABP mostrou-se eficaz no que diz respeito à aproximação dos estudantes a questões importantes para a sua formação.

A terceira questão buscou avaliar a opinião dos estudantes quanto à interferência do método na formação do engenheiro ambiental. De acordo com a figura 3, dos 14 entrevistados, 100% afirmou que a disciplina contribuiu para o melhor entendimento de problemas inseridos no âmbito de competências e habilidades da profissão, um resultado ainda mais expressivo do que o obtido em estudo anterior de Silva *et al.* (2012), que obteve um percentual de 93%. De qualquer forma, os dois resultados confirmam a presença de uma das mais importantes características do método ABP: a integração da aprendizagem com atividades valorizadas no exercício profissional.

Além de perguntas objetivas o questionário também conta com perguntas abertas e direcionadas às eventuais críticas e sugestões (

Quadro 1).

Através da opinião discursiva dos estudantes é possível observar que, de uma forma geral, houve claro entendimento dos objetivos do método utilizado na disciplina, resultado similar ao encontrado por Silva *et al.* (2012) em estudo anterior. Os estudantes demonstram perceber a diferença entre a disciplina de Ciência dos Materiais e as demais. Assim como em estudo anterior de Silva *et al.* (2012), as principais críticas são em relação ao tempo necessário de dedicação à disciplina e em relação às pontuação de casa exercício.

As principais sugestões estão relacionadas com mais aulas de laboratório e realização de visitas técnicas em empresas privadas ou públicas, que, apesar de não estarem previstas na ementa e no programa da disciplina, serão consideradas nas próximas ofertas.



<p>4ª Questão (resposta livre): Avalie e dê sugestões quanto:</p> <p>a) À metodologia usada comparativamente a outras disciplinas</p>	<p><i>“Acho a metodologia muito boa. Com situações problema o aprendizado fica mais claro que em aulas puramente expositivas.”</i></p> <p><i>“Considero boa, visto que a disciplina permitia a realização de trabalhos e os mesmos contribuíam para o aperfeiçoamento na expressão oral e escrita, postura de apresentação, disciplina na forma de pesquisar, entre outros. Sendo essas algumas habilidades que o engenheiro ambiental deve apresentar.”</i></p> <p><i>“A metodologia usada na disciplina de Ciência dos Materiais é muito boa, pois ajuda a desenvolver o estudante na pesquisa e na análise de situações reais, o que não acontece na maioria das matérias. Porém, é exigido muito do aluno, sendo que o mesmo não pode dar dedicação total do seu tempo a esta disciplina apenas.”</i></p> <p><i>“A metodologia de ensino utilizada aproxima o estudante da realidade enfrentada na profissão e os induz a pensar como engenheiros.”</i></p> <p><i>“É um método diferente do que estamos acostumados. Mas de forma nenhuma é um método ruim. Com certeza é muito mais trabalhoso para o estudante, pelo grande número de trabalhos e provas, mas é um bom método.”</i></p>
<p>4ª Questão (resposta livre): Avalie e dê sugestões quanto:</p> <p>b) Como você avalia a metodologia utilizada para pontuação nos trabalhos (avaliação do professor + avaliação do estudante, sem auto avaliação)?</p>	<p><i>“Acho boa e suficiente a avaliação.”</i></p> <p><i>“Razoável, acredito que os trabalhos têm uma pontuação muito baixa enquanto a em comparação com o tempo gasto para fazê-lo. Mas, possui o ponto positivo por não comprometer muito o estudante e o mesmo, posteriormente, pode recuperar a nota facilmente desde se comprometa com isso. Na avaliação do professor, acredito que as justificativas utilizadas para reduzir a nota, certas vezes, não eram muito condizentes com a realidade e que não há muita discussão com o professor.”</i></p> <p><i>“A avaliação do professor é coerente, exigente e com justificativa. A avaliação do estudante é interessante para que o professor fique ciente do que a turma está achando dos trabalhos apresentados.”</i></p>
<p>4ª Questão (resposta livre): Avalie e dê sugestões quanto:</p> <p>c) Ao método de ensino</p>	<p><i>“Mais idas ao laboratório ver ensaios com os materiais.”</i></p> <p><i>“Visitas técnicas em empresas privadas ou públicas.”</i></p> <p><i>“Um elogio seria que durante as aulas sempre começa com uma revisão, então, favorecia o aluno manter a matéria em dia e que os exercícios e trabalhos realizados eram coerentes com o que era ministrado.”</i></p> <p><i>“A única crítica é em relação à dedicação que é preciso dar aos trabalhos realizados na disciplina, que exigem muito tempo para serem feitos. Isso atrapalha o rendimento do estudante nas outras matérias.”</i></p>

Quadro 1 - Análise das respostas a 4ª Questão do questionário.



5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pereira *et al.* (2007) afirma que a utilização do método de ensino-aprendizagem tem aderência à qualquer área, desde que sua aplicação siga um projeto bem definido, com objetivos claros, tanto para quem a implante e atue como tutor quanto para quem irá interagir. Destaca-se, portanto, a grande relevância do estudo apresentado neste artigo, tanto por se tratar de um método inovador, por sua metodologia, quanto por sua aplicação na área de Engenharia.

As modificações realizadas a partir de estudo anterior de Silva *et al.* (2012), com base na avaliação dos estudantes, foram muito importantes para o processo de ensino-aprendizagem. Por exemplo, no que tange ao desenvolvimento da habilidade de pensar analiticamente, anteriormente avaliado pela maioria como regular (R), com aproximadamente 60% de frequência (SILVA *et al.*, 2012), passou a ser avaliado como bom (B), com 93% da frequência de opiniões, após as mudanças implantadas no ano letivo de 2012.

Alguns outros itens também sofreram reflexos positivos, como, por exemplo, o desenvolvimento da habilidade de definir problemas e soluções a partir de uma situação proposta, um dos objetivos principais do método ABP. Neste estudo, 50,1% dos estudantes avaliaram como excelente (E) e 42,9% como bom (B), totalizando 100% de aprovação, ao passo que 15% dos estudantes avaliou como insuficiente (I) o desenvolvimento desta habilidade do ano letivo de 2011 (SILVA *et al.*, 2012).

De forma geral, esse monitoramento das mudanças na implantação da adaptação do método ABP se mostrou muito importante para o processo de ensino-aprendizagem. Prova disto, é que em uma turma de 16 estudantes, dos 14 questionários aplicados, 100% dos estudantes acharam que a disciplina contribuiu para melhor entendimento de problemas inseridos no âmbito de habilidades e competências do engenheiro ambiental.

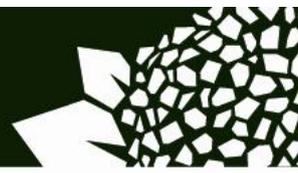
A partir dessa avaliação, foi possível comprovar que uma adaptação ao método ABP pode ser aplicada à disciplina de Ciência dos Materiais dos cursos de Engenharia, de forma muito eficaz para o desenvolvimento de habilidades e competências inerentes à formação deste profissional. Outras disciplinas também podem utilizar este método, visto que, atualmente, as disciplinas Tecnologia das Construções do curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo e Durabilidade do Concreto do Mestrado em Engenharia Civil da UFES foram desenhadas a partir da adaptações ao método APB, com resultados muito positivos.

É válido ressaltar que esta é ainda uma experiência nova no Brasil, e mais estudos devem ser realizados a fim de consolidar cada vez mais a utilização do método ABP no ensino de Engenharia. Muitos autores, porém, já chamam a atenção dos educadores a esta nova maneira de ensinar. Massetto (2003), por exemplo, afirma que o professor deve se colocar como facilitador e incentivador da aprendizagem, sendo uma ponte entre o aprendiz e a aprendizagem.

6. REFERÊNCIAS

BOUND, David; FELETTI, Grahame. *The Challenge of Problem-based Learning*. 2 ed. London: Kongan Page, 1998. 15 p, il.

CAMPOS, L. C.; DIRANI, E. A. T.; MANRIQUE, A. L. **Educação em Engenharia – Novas Abordagens**. São Paulo: EDUC, 2011.



CHAN, C. **Assessment: Problem Based Learning Assessment, Assessment Resource Centre**. Disponível em: < <http://arc.caut.hku.hk/assMethod.html> > Acesso em: 06 de março de 2012.

FILHO, E. E.; RIBEIRO, L.R.C. Aprendendo com o PBL - Aprendizagem baseada em problemas: relato de uma experiência em cursos de engenharia da EESC – USP. **Revista Minerva**, São Carlos, v.6, n.1, p. 23-30, 2009.

GIL, A. C. **Didática do Ensino Superior**. São Paulo. Atlas, 2006.

MASETTO, M.T. **Competência Pedagógica do professor universitário**. São Paulo: Summus, 2003.

MORAES, M. F. Uma abordagem de ensino de pesquisa operacional no curso de engenharia de produção baseada no método do estudo de caso. In: **Anais do XXXV Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia**. Curitiba – UnicenP, 2007.

SILVA, J. C.; CORRÊA, N.R.; SILVA, M.G. Adaptação do Método de Aprendizagem Baseada em Problemas e sua aplicação na disciplina de Ciência dos Materiais. **Anais do XL Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia**. Belém – UFPA, 2012.

VOLTARELLI, JC. Mitos do ensino médico. *Medicina Ribeirão Preto*. 1998; 31(2): Editorial.

PROBLEM-BASED LEARNING APPLICATION TO MATERIALS SCIENCE COURSE IN ENVIRONMENTAL ENGINEERING PROGRAM

***Abstract:** In engineering education, traditional teaching and learning methods usually do not favor the development of important skills in the reality of the current job market. This article aims to evaluate adaptations in Problem-Based Learning (PBL) approach applied to the Materials Science course in the Environmental Engineering undergraduate course of the Federal University of Espírito Santo (UFES). The study groups consisted of pairs of students, with shared responsibilities and no leader, writer or spokesperson roles. Each pair should present a solution for the problem in various product types, such as written assignments and oral presentations. The performance evaluation comprises oral presentations by students and professors, without self-evaluation. The students also chose the best presentations. Individual exercises were also applied for theoretical content learning. In a class of 16 students, 100% of the students considered that the course taken contributed to the understanding of problems within the skills and competencies expected from environmental engineers. Overall, students understood PBL goals, and monitoring of its adaptations proved the enhancement of the teaching-learning process.*

***Keywords:** Problem-Based Learning (PBL), Environmental Engineering Program, Materials Science Course.*