

APRENDER A APRENDER E APRENDER A ENSINAR: UMA PROPOSTA METODOLÓGICA PARA A DISCIPLINA QUÍMICA GERAL EXPERIMENTAL EM CURSOS DE ENGENHARIA

Maria R. Capri - mariarosa@dequi.eel.usp.br

Escola de Engenharia de Lorena – Universidade de São Paulo

Estrada Municipal do Campinho s/n - Bairro Campinho

CEP. 12.602-810 - Lorena/SP

Mariana G. S. B. Capucho – mariana@dequi.eel.usp.br

Graziela Zamponi – zamponi@debas.eel.usp.br

Ângelo Capri Neto – capri@demar.eel.usp.br

Resumo: *Este trabalho descreve uma metodologia alternativa para o ensino-aprendizagem de química experimental, aplicada em seis turmas da disciplina Química Geral Experimental II da Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo (EEL/USP). Esta metodologia é baseada em projetos (Aprendizagem Baseada em Projetos-APB) e incentiva uma maior participação dos alunos nas aulas e interatividade entre alunos e docentes. A avaliação parcial dos resultados obtidos com a aplicação da metodologia a várias turmas de uma disciplina mostrou o sucesso das soluções propostas, bem como as dificuldades encontradas para o desenvolvimento e ampliação do projeto.*

Palavras-chave: *Aprendizagem Baseada em Projetos, química experimental, metodologia.*

1. INTRODUÇÃO

Os estudos sobre o aprendizado por solução de problemas normalmente se voltam para como incrementar o processo ensino-aprendizagem, focalizando, entre outras coisas, a atribuição de tarefas ao aluno, com vistas à solução de problemas específicos. No entanto, raramente é abordada a faceta voltada para a prática docente, ou seja, para como aprender a ensinar solucionando problemas operacionais básicos enfrentados pelo professor, como a carga horária reduzida, a falta de materiais e equipamentos, além do desinteresse dos alunos pela disciplina. Os mesmos princípios e argumentos que dão subsídios à metodologia de ensino por solução de problemas voltada aos alunos podem ser aplicados aos professores, sendo a única mudança fundamental o tipo de problema considerado.

Para os cursos de engenharia, normalmente são apresentados aos alunos problemas eminentemente técnicos nas áreas das chamadas ciências exatas (química, física, matemática ou engenharia), enquanto que, para os docentes, a questão fundamental é como ensinar o conteúdo de uma determinada disciplina em uma carga horária definida e, no caso de conteúdo experimental, frequentemente com limitações de material, reagentes e apoio técnico.

Como forma de superar essa situação, neste trabalho são apresentadas as soluções encontradas empiricamente para motivar os alunos de cursos de engenharia a aprender a aprender um conteúdo específico relacionado à disciplina Química Geral Experimental e, ao mesmo tempo, solucionar uma série de problemas práticos da atividade docente, tais como a reduzida carga horária e o relativo desinteresse dos alunos pela disciplina, já citados acima.

Acresce-se a eles o descompasso entre os conteúdos ministrados nas partes teóricas e experimentais.

A metodologia desenvolvida contempla vários aspectos do processo ensino-aprendizagem, tais como a definição de um problema a ser investigado, o desenvolvimento da capacidade de análise crítica, o levantamento de hipóteses e o planejamento de experimentos para a solução de problemas, além do trabalho em equipe, do desenvolvimento das competências técnicas, das habilidades pessoais e sociais, essenciais para a formação do profissional contemporâneo. A metodologia possibilita ao aluno ingressante em cursos de nível superior não só a aprendizagem do conteúdo, mas também a reflexão sobre o que e como aprender. Para isso, ele é inserido no processo de escolha dos experimentos que serão aplicados à sua turma, o que lhe dá a oportunidade e a responsabilidade de atuar como agente transformador no processo de ensino-aprendizagem. O professor também aprende com o processo, pois para avaliar os procedimentos propostos pelos alunos em termos de viabilidade de execução e adequação didático-pedagógica, ele precisa rever e aplicar seus conhecimentos diante de uma situação que também é nova para ele. Neste contexto, o conceito de aprendizagem continuada está sendo aplicado à atividade docente.

2. A DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

2.1. A química geral experimental nos cursos de engenharia.

As disciplinas de química geral teórica e experimental fazem parte dos currículos de praticamente todos os cursos de engenharia nos dois primeiros semestres. Os estudantes são, portanto, alunos ingressantes no ensino superior, oriundos de um ensino médio que, na maioria dos casos, nunca proporcionou a eles um contato direto com atividades experimentais nessa área. Além disso, normalmente o aluno está passando por um período de grandes mudanças socioculturais, enfrentando situações totalmente novas, seja na sua vida acadêmica, em que será levado a assumir novas posturas quanto ao processo ensino-aprendizagem, seja na sua vida pessoal, em que deve fazer novos amigos e, saindo da casa dos pais, adaptar-se à vida em repúblicas, por exemplo.

Um levantamento feito nos sites de várias universidades quanto a ementas de cursos de engenharia mostrou que a maioria das instituições aborda basicamente o mesmo conteúdo programático em termos teóricos. Este é um fato que pode ser observado também nos cursos de química como descrito no artigo “Tendência das Disciplinas de Química Geral no Brasil”. Ele descreve o resultado de uma pesquisa que foi realizada em 2004 junto as Instituições de Ensino Superior (IES) brasileiras (CESAR *et al.*, 2009). Outro levantamento quanto aos procedimentos de laboratório, também realizado via internet, mostrou muita similaridade na escolha dos procedimentos adotados nas disciplinas experimentais, bem como da metodologia didática aplicada, que são normalmente aulas tradicionais de laboratório, em que o aluno recebe um protocolo de procedimento que deve ser seguido à risca, faz as suas anotações durante a aula e entrega um relatório uma ou duas semanas depois. Uma consequência dessa prática pedagógica é que, depois de algumas aulas, quando o laboratório deixa de ser novidade e passa a ser rotina, começa a ocorrer certa inquietação tanto para alunos quanto para os docentes, que muitas vezes se transforma em frustração.

A frustração do aluno ocorre quando ele percebe que as suas aulas práticas não são parecidas com as espetaculares experiências vistas nas demonstrações de show de química, ou experimentos pirotécnicos, com fogo e explosões como vistos no cinema ou televisão. O docente se frustra diante do total desconhecimento da química experimental por parte da maioria dos egressos do Ensino Médio e da sua aparente incapacidade de relacionar os

experimentos com a teoria dada na parte teórica do curso. Nesse ponto, muitos não conseguem chegar a uma conclusão firme sobre o que é a causa e o que é efeito, mergulhando numa circularidade estéril no sentido de não saber se o aluno não se interessa porque não consegue aprender ou não aprende porque não tem interesse.

2.2. A química geral na Escola de Engenharia de Lorena

Em meados dos anos 1990, grande parte das escolas de engenharia passou por extensas reformulações em suas grades curriculares, permitidas e incentivadas pela então nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação, que entrou em vigor em 1996 (BRASIL, 2013). Dentre as mudanças ocorridas, destaca-se a redução da carga horária dos cursos, que deveria ser acompanhada de mudanças nos conteúdos das disciplinas e na forma de apresentação desse conteúdo aos alunos. Na época, muito se discutiu a respeito, mas os principais argumentos a favor das mudanças eram que o aprendizado não ocorre somente nas salas de aulas, portanto, outros espaços poderiam ser utilizados para a prática pedagógica, e que, com mais tempo livre, o aluno poderia encontrar maneiras mais criativas de aprender a aprender e promover o seu crescimento pessoal, intelectual, afetivo, emocional e social, além de ter mais tempo para estudar.

Teorias à parte, poucos professores estavam preparados para alterar a maneira como ministravam as suas aulas e poucas comissões de graduação conseguiram mudar substancialmente o número e conteúdo das disciplinas dos cursos, de modo que o que vingou com a redução da carga horária foi o aumento do tempo livre para o estudante aprender a aprender.

Nessa época, a Faculdade de Engenharia Química de Lorena (FAENQUIL), que em 2006 daria origem à Escola de Engenharia de Lorena (EEL-USP), passou pelo mesmo processo e reduziu a carga horária da disciplina Química Geral (englobando as partes teórica e prática) de 180 para 150 horas anuais, subdividindo-a em Química Geral I (teórica, 60h), Química Geral II (teórica, 30h), Química Geral Experimental I (prática, 30h) e Química Geral Experimental II (prática, 30h). Essa mudança, embora tenha muitos aspectos positivos, criou dois problemas que se refletiram tanto no aprendizado da matéria por parte dos alunos quanto no desenvolvimento do seu curso, incluindo aumento no número de reprovações e no tempo de retenção.

O primeiro problema ocorreu pela redução da carga horária da disciplina teórica sem uma redução equivalente do conteúdo programático. Especialmente em Química Geral II, o tempo disponível revelou-se curto para o conteúdo abordado, de modo que o nível de dificuldade encontrado pelos alunos passou a ser muito grande, resultando no aumento significativo do número de reprovações. Como essa disciplina é um requisito obrigatório para várias outras disciplinas de química da grade curricular, o aluno retido passava a ficar defasado em relação aos semestres ideais para cursar as disciplinas seguintes e ter grandes dificuldades para planejar o seu horário de aulas, aumentando o seu tempo permanência no curso.

O outro problema ocorreu devido à divisão da matéria em disciplinas teóricas e experimentais e à sua articulação. De maneira geral, de um lado, há os que defendem que o aluno estude e assimile determinado conteúdo teórico para depois executar experimentos no laboratório que reforcem e fixem os conceitos adquiridos. De outro, há os que defendem a experimentação investigativa como proposta pedagógica, ou seja, que os alunos executem e observem procedimentos no laboratório e depois correlacionem as explicações e justificativas na teoria pertinente (SUART, 2009). Independentemente de qualquer das duas opções, é preciso ter em mente que estratégias de ensino diferentes devem ser adotadas em cada caso para favorecer a apropriação do conhecimento por parte do aluno. No caso da EEL-USP, as alterações curriculares levaram a uma situação em que as disciplinas teóricas e práticas

ocorrem simultaneamente e, em algumas situações, os alunos executam a parte prática antes de estudar a teoria, enquanto em outras o fazem depois. Isso causa certa desorientação nas práticas de ensinar e de aprender, de modo que tanto professores quanto alunos se sentem desiludidos e desestimulados com o processo de ensino e aprendizagem destas disciplinas.

Esses dois efeitos, de certa maneira, ajudam a frustrar os objetivos dos projetos pedagógicos dos cursos estabelecidos com a redução da carga horária.

2.3 Identificação e equacionamento do problema: o ensino-aprendizagem na disciplina Química Geral Experimental

Na época em que os dados deste trabalho foram coletados, a escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo oferecia a disciplina Química Geral Experimental I nos seus quatro cursos: Engenharia Química, Engenharia Industrial Química, Engenharia de Materiais e Engenharia Bioquímica. A disciplina Química Geral Experimental II era obrigatória somente para os três primeiros, mas muitos alunos do curso de Engenharia Bioquímica a cursam como disciplina extracurricular para complementar a sua formação.

Estas disciplinas contribuem de forma expressiva na formação dos alunos de graduação. Os conteúdos nelas abordados são: introdução ao laboratório; pesos e medidas; tratamento de dados experimentais; estrutura atômica; fenômenos físicos e químicos; gases; soluções; reações químicas; cinética química; equilíbrio químico e eletroquímica. Os três últimos são abordados em Química Geral Experimental II. Como a carga horária desta disciplina é pequena (30 horas) e a parte teórica também é ministrada em somente 30 horas, os alunos encontram grande dificuldade em assimilar o conteúdo apresentado.

Em uma tentativa de amenizar estes problemas, alguns professores começaram a ministrar aulas teóricas extras, como aulas de reforço ou exercícios, gerando reclamações dos estudantes que não tinham disponibilidade de horários para frequentá-las. Os professores, por outro lado, não poderiam ter essa carga horária computada na sua carga didática.

Como na maioria das disciplinas experimentais ministradas nas universidades, na Química Geral Experimental II, é adotado o modelo de aula tradicional - enfocado mais acima - em que os alunos recebem um roteiro de laboratório detalhado fornecido pelo professor, executam a aula prática de acordo com o material recebido e, ao final da aula ou na semana seguinte, entregam um relatório referente ao experimento executado. A avaliação do aluno nesta disciplina é feita por meio dos relatórios, além de uma prova escrita e outra prática. Alguns professores exigem um pré-laboratório ou protocolo de análise, porém, como regra geral, o aluno simplesmente executa o que lhe é oferecido.

Como consequência dessa situação, os alunos passaram a ter baixo rendimento nas aulas práticas, pois a falta de preparação prévia faz com que ele tenha dificuldades em entender o que está fazendo, sinta muitas dificuldades para redigir os relatórios, aumentando o número de relatórios “clonados”, e apresente baixo rendimento nas provas teóricas e práticas. Esse tipo de comportamento é relativamente comum em disciplinas experimentais e, embora não seja possível atribuir essa situação simplesmente à redução da carga horária e desmembramento da disciplina, constata-se que o agravamento dos problemas foi notório após a reforma curricular. Em suma, na percepção dos professores ministrantes, a redução da carga horária não causou o problema, mas potencializou os seus efeitos negativos.

Com este quadro, ficou evidente a necessidade de tornar as aulas práticas mais motivadoras e interessantes, o que levou a uma busca para o aperfeiçoamento dos métodos de ensino.

3. EM BUSCA DE SOLUÇÕES CRIATIVAS E EFICIENTES

Uma das maneiras mais comuns para tentar resolver ou amenizar os problemas descritos é, como apontado acima, a adoção de aulas extras, de reforço, de esclarecimento de dúvidas ou de exercícios. Uma variante dessa estratégia é a adoção de programas de monitoria que, na prática, têm as mesmas funções. Outra maneira é a adoção de formas diferenciadas de avaliação como instrumento de indução ao estudo continuado por parte dos alunos (FERREIRA, 2009). As duas abordagens têm seus méritos e apresentam certo grau de eficiência, mas apresentam uma característica comum: o aluno continua sendo um ator passivo do processo ensino-aprendizagem. Pode-se dizer que, no primeiro caso, ele recebe uma dose maior do “remédio”, enquanto que, no segundo, o “remédio” é ministrado de forma diferenciada, distribuída ao longo do curso em vez de ser concentrada nas épocas de provas.

Um dos principais objetivos das pesquisas sobre o ensino é tornar os conteúdos programáticos mais inovadores e atrativos para os alunos. Quando esse objetivo é atingido em alguma nova metodologia de ensino, tanto professores como alunos são beneficiados. Os primeiros se sentem estimulados pois acabam atualizando os seus conhecimentos, sentem a evolução no processo de ensino-aprendizagem e veem o seu trabalho recompensado com o interesse dos alunos. Por sua vez, os alunos se sentem mais atraídos pelas aulas e, em função deste maior interesse, apresentam melhor aproveitamento do conteúdo proposto.

No entanto, embora seja fundamental atrair o interesse do aluno para os experimentos, os objetivos principais da disciplina são levá-lo a entender os conceitos fundamentais da química, aguçar a sua percepção e o seu poder de observação, além de desenvolver o seu raciocínio lógico e analítico. Muitas vezes, os experimentos escolhidos são perfeitamente adequados ao olhar experiente de um professor; entretanto, aos olhos inquietos dos alunos não passam de misturas curiosas, sem interesse prático. Com isso, o aluno muitas vezes perde o interesse pela química e a motivação para o curso logo no seu primeiro ano. Ementas extensas, tempo curto e profundas transformações na vida pessoal do aluno que faz a transição do segundo para o terceiro grau são fatores que podem criar obstáculos ao processo de ensino-aprendizagem.

A introdução da química do cotidiano tem auxiliado muito no despertar do aluno para o entendimento da química como algo presente em suas vidas. Observa-se que vários trabalhos são apresentados no sentido de melhorar o ensino de química e esta busca deve ser incansável (SCHNETZLER, 2002).

Para que o processo de ensino-aprendizagem ocorra com eficiência, uma série de questões tem que ser respondidas antes da primeira aula: o que ensinar, como transmitir o conteúdo, porque esse conteúdo é importante para a formação do aluno e como explicar isso a ele, como essa parte específica da matéria se insere no curso, porque ministrá-la nesta fase do curso e muitas outras. Em disciplinas experimentais, também é importante estabelecer uma relação de complementaridade com a teoria correspondente, mostrando quais questões podem ser respondidas e quantas novas perguntas podem ser feitas.

No caso específico de cursos profissionalizantes, como os de engenharia, além desses questionamentos, deve-se levar em consideração o perfil do engenheiro previsto no Projeto Pedagógico do curso e qual a estratégia pedagógica será adotada para a formação desse profissional. É de consenso que perfil do engenheiro moderno engloba conhecimentos interdisciplinares e de gerenciamento que compreendem habilidades, como comunicação, relacionamento pessoal e profissional, trabalho em equipe, ética, entre outros. Portanto, a formação do indivíduo é mais complexa que simplesmente assimilar a informação contida no conteúdo programático.

Neste contexto, as disciplinas experimentais elucidam a teoria e motivam o aluno a pensar, vivenciando os fenômenos e familiarizando-se com eles. Quando bem estruturadas e

ministradas, essas disciplinas deveriam demonstrar a ligação entre o conhecimento básico e as atividades profissionais do futuro engenheiro, o que nem sempre acontece claramente.

A Química Geral Experimental tem por objetivo mais geral introduzir o aluno ao laboratório, facilitar o aprendizado da teoria e incentivar sua curiosidade e instinto de pesquisa. O ideal é que, durante o curso, o aluno seja capaz de entender e explicar os conceitos por meio de suas observações e não simplesmente aceitá-los. Com as modificações na grade curricular dos cursos da EEL, tal objetivo não estava sendo atingido de forma satisfatória, o que deu origem a esta pesquisa, que busca uma metodologia alternativa para melhorar e inovar as aulas experimentais de química geral experimental, facilitando o aprendizado do conteúdo.

3.1 Definição e aplicação da nova metodologia de ensino-aprendizagem

Nesta proposta, os alunos são instigados a refletir sobre o assunto antes de fazer a aula e são eles que sugerem os procedimentos que serão executados pela turma. Um diferencial desta proposta é que torna o aluno um agente do processo de aprendizagem, pois ele precisa se sentir suficientemente seguro do conteúdo para apresentá-lo com qualidade aos colegas. Essa segurança só é obtida a partir de um estudo aprofundado do tema proposto.

Durante o semestre, a metodologia proposta é implementada por meio da seguinte sequência de eventos:

- a) Os alunos recebem os temas de seus projetos com dez semanas de antecedência;
- b) Eles pesquisam o tema na internet, livros, artigos ou materiais didáticos, avaliam e escolhem os roteiros;
- c) Eles elaboram o projeto e o apresentam ao professor;
- d) O professor verifica a possibilidade de execução, riscos, benefícios e relação com o conteúdo programático;
- e) O professor, o técnico e o laboratório ficam disponíveis aos alunos para testes dos procedimentos (dentro de uma programação previamente agendada);
- f) Uma vez aprovados, os alunos apresentam seus projetos para a classe na forma de roteiro;
- g) Os experimentos são feitos por todos os alunos (se não houver equipamento em número suficiente para toda a turma, o experimento pode ser feito de forma demonstrativa);
- h) Ao término da aula, são aplicados questionários sobre o tema elaborados pelos alunos que produziram o roteiro;
- i) Um relatório é entregue na semana seguinte e é corrigido pela equipe, sob a supervisão do professor.

Em uma primeira fase, a metodologia proposta foi aplicada a um dos quatro tópicos abordados pela disciplina. O tópico escolhido foi *eletroquímica*, com base na constatação, por parte de professores e alunos, de que este é o assunto mais afetado pela redução da carga horária e o que apresenta a maior dificuldade de entendimento por parte dos alunos. As turmas foram divididas em equipes, cabendo a duas delas a exposição teórica do tema (*eletrólise e pilhas*) e às demais o desenvolvimento da parte prática. Os alunos tiveram que estudar o assunto com antecedência para facilitar a sua pesquisa.

A metodologia foi aplicada em seis turmas (máximo de 38 alunos por turma) da Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo (EEL/USP) na disciplina Química Geral Experimental II. As aulas práticas relativas aos outros tópicos da ementa foram ministradas da forma tradicional.

3.2 Resultados obtidos

Observou-se uma diversidade de procedimentos propostos em função de o assunto ser interessante e com vasta aplicação. A experiência prévia de alguns alunos que já trabalham e/ou são oriundos de cursos de eletrotécnica enriqueceram as aulas. Este fato motivou os demais alunos que conseguiram enxergar uma aplicação prática do tema, o que proporcionou melhor assimilação do conteúdo. Esses alunos, normalmente mais maduros e responsáveis, causaram um efeito positivo sobre os demais. Esse fato não ocorria nas aulas anteriores (tradicionais) em que o aluno estava preocupado em fazer o experimento pura e simplesmente.

Na Tabela 1 é mostrado o número de turmas, alunos e experimentos desenvolvidos com a aplicação da metodologia. Nesta fase da pesquisa, a metodologia proposta não foi aplicada a todas as turmas da disciplina, e a aceitação por parte dos alunos foi avaliada subjetivamente por meio de entrevistas pessoais feitas pela professora.

Tabela 1: Número de turmas, alunos e experimentos envolvidos.

Conteúdo programático	Eletroquímica
Número de turmas envolvidas	6
Total de alunos	212
Media de alunos por turma	35 (de 29 a 38)
Número de novos experimentos elaborados pelos alunos	30

Uma avaliação objetiva foi feita por meio do desempenho dos alunos em duas questões da prova escrita que tratavam especificamente do tópico *eletroquímica*. Os resultados mostram que o rendimento dos alunos quanto ao conhecimento relativo a esse tópico específico (Figura 1a) é substancialmente melhor do que o rendimento daqueles que não foram submetidos à nova metodologia, cursando a disciplina pelo método tradicional (Figura 1b), o que comprova a eficiência da proposta.



Figura 1: Desempenho dos alunos com a nova metodologia (a) e a metodologia tradicional(b).

No total, os alunos das turmas consideradas neste trabalho apresentaram 30 experimentos relacionados com o tópico proposto. Na Figura 2 é mostrada, como exemplo, a eletrólise do acetato de chumbo para obter chumbo metálico.

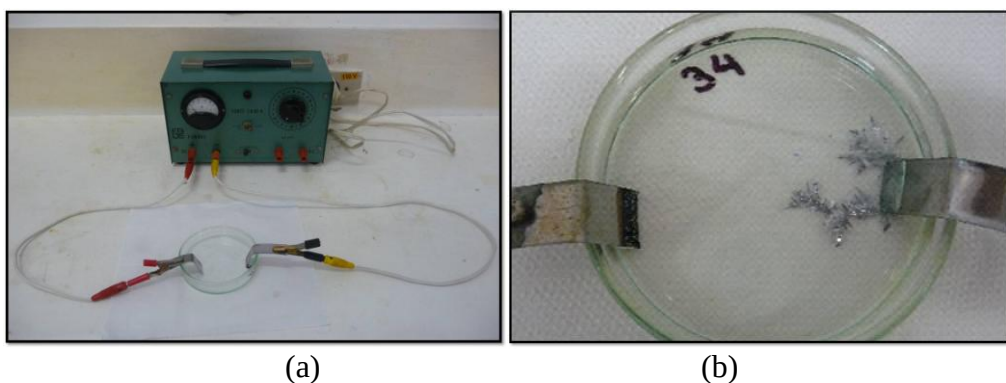


Figura 2: montagem do experimento (a) e eletrólise de acetato de chumbo (b).

Outro experimento interessante mostrado por um dos grupos foi a produção de oxigênio e hidrogênio a partir da eletrólise da água. Embora esse seja um experimento bastante comum, a forma como a equipe proponente o apresentou levou a um resultado surpreendente. Neste caso, além do experimento eletroquímico desenvolvido para obter os gases, os alunos chamaram a atenção da turma para o fato de o hidrogênio ser um combustível limpo e fizeram um protótipo do foguete que efetivamente “voou” com o combustível obtido no laboratório (Figura 3). Apesar de o “foguete” não apresentar grande sofisticação tecnológica, a sua construção e “lançamento” mostram o cuidado e comprometimentos da equipe com o trabalho e certamente causou grande interesse e impacto motivacional na turma.



Figura 3: “Foguete” lançado com combustível obtido da eletrólise da água.

De forma geral, observou-se que a metodologia proposta tem uma boa aceitação entre os alunos. A avaliação dos resultados é constantemente feita com os alunos de forma informal após a apresentação dos projetos e sempre foi vista de forma positiva pela maioria dos alunos.

Eles se sentem motivados por apresentarem algo que escolheram e julgaram ser interessante para ser mostrado aos colegas. Muitos alunos encararam com tanta responsabilidade e determinação a apresentação de seus projetos que, mesmo que faltem materiais e reagentes específicos no laboratório, eles os adquirem com recursos próprios por julgarem suas escolhas importantes. A avaliação das respostas aos questionários aplicados após as atividades aos outros alunos da turma mostra que a maioria assimilou bem o conteúdo relacionado aos experimentos propostos desta maneira.

Além da formação técnica obtida com o desenvolvimento do projeto, os alunos ainda tiveram a oportunidade de desenvolver habilidades de gerenciamento, pois, durante a preparação do trabalho, eles precisaram exercer liderança e refletir sobre temas como ética e gestão ambiental. Geralmente o aluno busca experimentos envolvendo situações do cotidiano e consegue relacionar os aspectos teóricos e práticos a partir deles.

Uma consulta feita à coordenadora da disciplina Química Inorgânica, disciplina que recebe esses alunos no semestre posterior, serviu de parâmetro na avaliação positiva da aplicação da metodologia. A Química Inorgânica é uma disciplina que necessita do conhecimento sobre eletroquímica devido aos processos eletroquímicos de obtenção de determinadas substâncias.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta representa uma forma alternativa para o ensino de química experimental, que favorece a formação técnica e o perfil adequado do profissional de engenharia. Ela baseia-se na transformação do comportamento passivo do aluno (recebedor e reproduzidor de informação) em um agente do processo de ensino-aprendizagem, com toda a responsabilidade que isso acarreta perante os seus colegas de turma. Proporcionou aos alunos uma experiência em que conceitos de química puderam ser aplicados usando criatividade, conhecimento técnico e, principalmente, o bom senso.

A metodologia proposta se alinha com os objetivos dos Projetos Pedagógicos dos cursos, na medida em que promove novas práticas pedagógicas complementares à redução da carga horária. Mostra ao aluno que existem novas formas de aprender baseadas na solução de problemas concretos por meio de pesquisa, trabalho em grupo, apropriação de conhecimentos interdisciplinares, valorizando a sua experiência pessoal, tanto nas áreas técnicas quanto interpessoais. Como, além de aprender, ele tem que ensinar, o conhecimento adquirido tem que ser sedimentado e repassado de forma eficaz, promovendo o crescimento do aluno em áreas normalmente não atingidas quando ele é tratado como ator passivo no processo ensino-aprendizagem. Essa formação é essencial para o profissional de engenharia moderno e deveria ser incentivada durante todo o curso de graduação.

As avaliações subjetivas e objetivas realizadas forneceram indicações suficientemente fortes para comprovar o acerto da solução adotada. Em uma próxima etapa, um novo estudo será feito, aplicando esta metodologia a todos os tópicos da disciplina Química Geral Experimental II. Nesta nova fase, será aplicado um teste quantitativo comparando-se turmas com e sem a aplicação da metodologia.

Embora não preveja aulas extras, a proposta exige um trabalho extraclasse de alunos, técnicos e professores, que não está computado no programa da disciplina. Assim, no caso da adoção da metodologia proposta para todas as turmas, como política pedagógica da Escola, uma adequação da carga horária didática deverá ser considerada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CÉSAR, J; ANDRADE, J. C.; ALVIM, T. R. Tendência das disciplinas de química geral no Brasil. Disponível em <http://chemkeys.com/br/2005/04/25/tendencia-das-disciplinas-de-quimica-geral-no-brasil/>. Acesso em: 19 jun. 2009.

FERREIRA, R. A. S. Melhoria da relação ensino/aprendizagem na disciplina conformação plástica: novas práticas pedagógicas. Anais: XXXVII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. Recife: UFPE, 2009.

BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Lei de diretrizes e bases da educação brasileira. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/ldb.pdf>. Acesso em 09 mai. 2013.

SCHNETZLER R. P. A pesquisa em ensino de química no Brasil: conquistas e perspectivas. Química Nova, Vol. 25, Supl. 1, p. 14-24, 2002.

SUART. R. C.; MARCONDES, M. E. R. A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. Ciências & Cognição, v. 14, n. 1, p. 50-74, 2009.

LEARNING TO LEARN LEARNING TO TEACH: A PROPOSED METHODOLOGY FOR GENERAL CHEMISTRY EXPERIMENTAL ENGINEERING COURSES

Abstract: *This paper describes an alternative methodology of teaching experimental chemistry that was implemented in six classes of the course Experimental General Chemistry II of the School of Engineering of Lorena, University of São Paulo (EEL/USP). This methodology is based on projects (Project-based learning-PBL) and encourages greater participation of students in classes and interaction between students and teachers. The partial evaluation of the results obtained with the application of the methodology to several classes of a course showed the success of the proposed solutions, as well as the difficulties found to the development and expansion of the project.*

Keywords: *Project-based learning, experimental chemistry, methodology.*