

Estratégias utilizadas para o ensino de laboratório de química sanitária em um curso engenharia civil: desafios e oportunidades.

Strategies used for sanitary chemical laboratory teaching in a civil engineering course: challenges and opportunities.

Claudia de Vilhena Schayer Sabino [sabinoc@pucminas.br]

Andrea Carla Leite Chaves [andreacarlachaves@yahoo.com.br]

Fernando Costa Amaral [fcoamaral2@gmail.com]

Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

Av. Dom José Gaspar, 500 - Coração Eucarístico - Belo Horizonte - MG - CEP 30535-901

Resumo

O objetivo foi desenvolver atividades alternativas ao ensino “tradicional”, para a disciplina Laboratório de Química Sanitária, em um curso de Engenharia Civil atendendo às preferências ensino/aprendizagem/avaliação dos alunos, valorizando o bom relacionamento professor/aluno e aluno/aluno. Trata-se de um estudo de caso, abordado com metodologia descritivo-exploratória, de natureza qualitativa. No início do semestre letivo foi utilizado um questionário sobre as preferências dos alunos em relação às possíveis atividades de ensino. A partir das respostas foram planejadas atividades para serem utilizadas em complementação aos experimentos realizados em cada aula, de acordo com a ementa da disciplina. Ao final foi utilizado questionário de avaliação. Os resultados evidenciaram que escutar previamente os alunos, planejar as atividades de acordo com suas expectativas e buscar um bom relacionamento no laboratório são práticas eficazes no processo ensino/aprendizagem.

Palavras-chave: Ensino de engenharia; Aprendizagem; Relacionamento interpessoal.

Astract

The goal was to develop alternative activities to "traditional" teaching for Sanitary Chemistry Laboratory in a Civil Engineering course meeting the preferences on teaching / learning / assessment of students and enhancing the good teacher / student and student / student relationship. This is a case study, dealt with descriptive exploratory methodology of qualitative nature. At the beginning of the semester we used a questionnaire about the preferences of students concerning the possible teaching methodologies. From the responses activities were planned, which complemented the experiments carried out in each class, according to the menu of the discipline. At the end of the semester we used a questionnaire to gather the views of students. The results showed that pre-hearing students, plan activities according to your expectations and get a good relationship in the laboratory are effective practices in teaching / learning process.

Keywords: Engineering education; Learning; Interpersonal relationship.

Introdução

As engenharias estão atualmente entre os cursos mais procurados nas universidades brasileiras. O desenvolvimento industrial, as crescentes demandas de urbanização, saneamento, mobilidade urbana, produção e distribuição de energia, bem como os recentes avanços das novas tecnologias da informação, requerem profissionais com formação em diversos campos das engenharias. Destaca-se ainda que o processo de globalização econômica e o acirramento da competitividade passaram a exigir a formação de um novo profissional com uma formação que, para além da competência técnica, possa se adaptar às rápidas mudanças e novas exigências do mercado. É necessário que o engenheiro seja capaz de: Aprender a aprender, aprender a fazer e aprender a ser (Delors, 2012).

O ensino das engenharias ainda está distante de modelos adequados (Silva et al., 2007), e clama por ferramentas e estratégias pedagógicas que favoreçam a autonomia na construção do conhecimento e façam com que a aprendizagem seja mais prazerosa, efetiva e significativa para o aluno (Carvalho et al., 2011).

Nos cursos de engenharias uma parte dos professores é composta por engenheiros que se tornam professores, por oportunidade e/ou necessidade, e conseqüentemente alguns ensinam o que sabem fazer no exercício da profissão e outros ensinam o que não fazem, ou nunca fizeram na prática (Silva e Cecílio, 2007). Nesses casos pode faltar conexão entre teoria e prática, gerando desinteresse e insatisfação nos estudantes. Não se pode dizer que não existam professores engenheiros estudiosos da didática, ou simplesmente pesquisadores de “novas” práticas educativas. Entretanto, alguns professores acreditam que os alunos são meros repositórios de conhecimentos técnicos por eles difundidos. Desconsideram que os tempos mudaram, os alunos mudaram, e o ensino clama por ressignificação e práxis mais efetivas, significativas e mesmo afetivas, que favoreçam a formação para a autonomia intelectual e para a cidadania responsável.

Admite-se por simplificação que o processo de ensino-aprendizagem em cursos de engenharia, ao nível de graduação de uma forma geral, pode ser estruturado da seguinte forma: os conteúdos a serem ministrados; os métodos de ensino empregados e os mecanismos de avaliação da aprendizagem (Silva Junior et al., 2013). Quanto aos conteúdos lecionados, o professor da disciplina deve seguir o projeto pedagógico, o plano de ensino e as ementas, sem ter muitas vezes participado da elaboração destes documentos. Quanto aos métodos de ensino e os mecanismos de avaliação que emprega o professor geralmente tem certo grau de liberdade de escolha, mas está sujeito a avaliações e coerções de órgãos colegiados.

A eficiência do ensino e da aprendizagem é resultante de uma relação pessoal e dialógica entre o professor e o aluno. Assim, apesar de limitado por um programa, um conteúdo, um tempo predeterminado, por normas internas e pela infraestrutura da instituição, é a interação entre o professor e o aluno que vai dirigir o processo educativo. Dessa forma, torna-se essencial que o professor compreenda o processo educativo e o seu papel como o de facilitador da aprendizagem de seus alunos, ou seja, que não esteja preocupado em ensinar, mas sim em ajudar o aluno a aprender (Santos, 2008).

Não há a possibilidade de realizar um trabalho docente profícuo sem a interação com os alunos, e é essa impossibilidade que coloca o relacionamento como um dos aspectos fundamentais, essencial e inerente ao trabalho docente, e é a qualidade dessas relações, que determina, em grande parte, o grau de satisfação/insatisfação do professor com o trabalho (Lapo e Bueno, 2002) e do aluno com o curso e a instituição.

Conquistar a simpatia e a amizade dos alunos é um aspecto importante e que faz com que os professores se sintam recompensados e aceitos como pessoas. Partilhar da amizade dos alunos gera um sentimento de segurança e de bem-estar suscetíveis de criar um clima agradável, indispensável para a eficiência do ensino (Lapo e Bueno, 2002).

A satisfação do professor com o trabalho realizado se reflete na aprendizagem, pois um dos segredos do bom ensino é o entusiasmo pessoal do professor, que vem do seu comprometimento com a ciência, ofício e alunos. Esse entusiasmo pode e deve ser canalizado, mediante planejamento e metodologia adequados, sobretudo para o estímulo ao entusiasmo dos alunos pela realização, por iniciativa própria, dos esforços intelectuais e morais que a aprendizagem exige (Santos, 2001).

O bom relacionamento professor-aluno, em geral, é caracterizado pela confiança mútua, na qual o estudante aceita o professor como uma importante fonte confiável de conhecimento e orientação, de competência profissional e sócio afetiva, e o professor reconhece no aluno um sujeito que se aplica para a aquisição de conhecimentos e o desenvolvimento de habilidades (Milatza et al., 2014).

Cabe ao professor articular os aspectos afetivos e cognitivos, pois, em todas as principais decisões de ensino assumidas pelo professor, a afetividade está presente: na escolha dos objetivos, no processo de ensino/aprendizagem, na organização e planejamento, nas atividades de ensino e nos procedimentos de avaliação, constituindo-se como fator fundante das relações que se estabelecem entre os alunos e os conteúdos escolares ou acadêmicos (Veras e Ferreira, 2010).

Muitas vezes as atividades em sala de aula são planejadas e executadas de acordo com a decisão única do professor, o que pode conduzir à ineficácia do processo:

“Não seriam poucos os exemplos, que poderiam ser citados, de planos, de natureza política ou simplesmente docente, que falharam porque os realizadores partiram de uma visão pessoal da realidade. Porque não levaram em conta, num mínimo instante, os homens em situação a quem se dirigia seu programa, a não ser como puras incidências de sua ação”. (Freire, 1987, p. 48)

Assim, a construção de um trabalho mais prazeroso e profícuo em sala de aula pode depender, em alguma extensão, da capacidade e disposição do professor para ouvir, discutir e refletir com o aluno a melhor forma de conduzir os trabalhos, uma vez que o processo educativo é essencialmente interativo e os alunos não são massa bruta a ser moldada por ação externa. O aprendizado significativo é normalmente mediado e efetivado por meio das relações entre professor, aluno e objeto de conhecimento (Veras e Ferreira, 2010).

Dentro de um ambiente onde há o cuidado com a qualidade das relações interpessoais é possível manter ou fortalecer os vínculos, essenciais ao processo de ensino e aprendizagem, com os alunos e com o conhecimento (Lapo e Bueno, 2002).

O bom relacionamento entre professores e alunos pode ser favorecido pela abertura à escuta, avaliação e resposta às sugestões dos alunos, e é interessante, sempre que possível, (ou seja, pedagogicamente vantajoso) que alguns métodos de ensino adotados pelos professores estejam de acordo com as preferências dos estudantes. Planejar as atividades conforme a preferência pode aprimorar a formação e resultar em processos de ensino-aprendizagem mais eficazes e motivadores para os futuros engenheiros com maior satisfação dos professores. Ao planejar atividades que estejam alinhadas com as preferências de aprendizagem dos alunos, o professor pode gerar uma motivação extra em sala de aula (Silva Junior et al., 2013). O planejamento assim conduzido, em geral, favorece o clima em classe e eleva a autoestima dos alunos (Cury, 2000). As pessoas aprendem umas com as outras e ensinam umas às outras em diversos momentos ao longo da vida (Soares et al., 2012).

Nesta pesquisa começamos questionando aos alunos sobre preferências de metodologias e atividades de ensino/aprendizagem e, com base nas respostas, planejamos e adaptamos estratégias pedagógicas a serem trabalhadas no semestre letivo. O objetivo foi desenvolver atividades alternativas ao ensino “tradicional”, para a disciplina Laboratório de Química Sanitária, em um curso de graduação em Engenharia Civil atendendo às preferências ensino/aprendizagem/avaliação dos alunos e valorizando o bom relacionamento professor/aluno e aluno/aluno no laboratório.

METODOLOGIA

Trata-se de um estudo de caso, abordado com metodologia descritivo-exploratória, de natureza qualitativa. Participaram da pesquisa 52 alunos cursando a disciplina “Laboratório de Química Sanitária” do quinto período de Engenharia Civil de uma Universidade Confessional, de Belo Horizonte, divididos em grupos com média de 12 alunos, que trabalharam em duplas. Salientamos que, de acordo com o projeto pedagógico do Curso e com a estrutura curricular, esta foi a primeira oportunidade que os alunos tiveram de trabalhar em um laboratório de química.

No início do semestre letivo foi utilizado um questionário sobre as preferências dos estudantes em relação às possíveis metodologias de ensino (escolhidas em um rol elaborado pelo professor).

A partir da análise das respostas foram planejadas as atividades do semestre que incluíram: dinâmicas, trabalhos em grupo, competições, tempestade cerebral, trabalhos nos laboratórios de informática, estudo de caso, aula dialogada e avaliação processual (“Trabalho de Minuto”) (Gatti, 2003) com ênfase ao bom relacionamento professor/aluno e aluno/aluno. Estas atividades foram rápidas e desenvolvidas em complementação aos experimentos realizados em cada aula, de acordo com a ementa da disciplina.

Atividades desenvolvidas

Brainstorming (Tempestade cerebral)

Consiste em solicitar opiniões e idéias sobre um tema gerando um grande número de informações. É um tipo de dinâmica que permite discutir a relação entre as idéias, na medida do possível, aumentando assim a criatividade. Pode ser utilizada para averiguar o conhecimento prévio dos alunos sobre um conteúdo a ser abordado. Alguns exemplos da utilização de Brainstorming, neste trabalho, estão apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 - Exemplos da utilização de Brainstorming na avaliação do conhecimento prévio

Conteúdo	Pergunta
Determinação do oxigênio dissolvido	Qual a finalidade do oxigênio dissolvido na água? Por que, em um mesmo ponto de coleta de água, o OD é maior ao meio dia do que a meia noite?
Determinação do oxigênio consumido	O que é necessário para manter o equilíbrio da vida na água?
Medidas e erros	O que é um "metro"?
Princípios básicos de análises colorimétricas	Porque as folhas das árvores são verdes?

Resolução de problemas

É o enfrentamento de uma situação nova, exigindo pensamento reflexivo, crítico e criativo a partir dos dados expressos na descrição do problema. “Demanda a aplicação de princípios e leis que podem ou não serem expressos em fórmulas matemáticas.” (Anastasiou; Alves, 2004, p. 86). Na resolução de problemas, o papel do professor é essencialmente o de um supervisor, mentor ou guia no processo.

Os trabalhos foram realizados em grupos, com o objetivo de incentivar os alunos a aprenderem uns com os outros de forma cooperativa, em vez de forma competitiva. Com o trabalho em grupos, os professores podem ensinar seus alunos a trabalharem juntos para aprender.

A atividade foi utilizada nas aulas: Preparo de Soluções, Argentimetria, Determinação da dureza da água, Iodimetria e Determinação do oxigênio dissolvido (Quadro 2).

Quadro 2 - Exemplos de problemas apresentados nas aulas de laboratório

Aula	Problema
Preparo de Soluções	Qual a quantidade de HCl 36%, $d=1,18$ g/mL, necessária para preparar 2 L de HCl 0,1 M?
Argentimetria	0,195g de um metal bivalente foram dissolvidos em 10 mL de ácido sulfúrico 0,50 molar. O excesso de ácido foi neutralizado por 16 mL de hidróxido de potássio 0,25 molar. Calcule a massa atômica do metal.
Determinação da dureza da água	Na determinação da dureza total de uma água natural, por meio de dosagem volumétrica, foram gastos 7,00 mL de solução 0,0200 N de EDTA (etileno-diamino-tetracetato) para completa titulação de 250 mL de amostra. Calcule a dureza da água natural, em ppm de CaCO_3 .
Determinação do oxigênio dissolvido	Como você justifica que em um mesmo local, na amostra de água coletada ao meio dia resulte em OD diferente daquela retirada à meia noite do mesmo dia?

Jogos didáticos

O uso de jogos didáticos é uma prática frequente. Para Kishimoto (2009), as **dinâmicas** incluindo atividades lúdicas são fundamentais no desenvolvimento e na educação, sendo capazes de promover o desenvolvimento pessoal e sociocultural, revitalizando os processos de ensino e aprendizagem, tornando-os mais ricos e significativos. Também para Kishimoto (2009), os jogos são capazes de despertar o interesse pelo conteúdo, tornando-o mais estimulante para alunos e professores.

Foram utilizados os seguintes jogos de competição:

Propriedades da água: Apostando com a água (Sabino et al., 2012):

Material: 1 copo transparente, Água, Clipes de papel.

Procedimento

- 1) Peça a um aluno que usando uma jarra com água pura encha o copo de vidro com o máximo de água possível.
- 2) Peça a outro aluno para conferir se o copo está cheio.
- 3) Mostre aos alunos um clipe de papel e peça que eles adivinhem quantos cliques podem ser colocados no copo de água antes que a primeira gota seja derramada.
- 4) Faça uma lista de aposta e diga que o aluno que tiver o melhor palpite vai ganhar a aposta.
- 5) Coloque os cliques lentamente um a um no copo de água e peça que os alunos prestem atenção para ver quando cai a primeira gota (Figura 1).
- 6) Quando cair a primeira gota o jogo acaba (cabem 50 ou mais cliques) e o ganhador é o aluno que apostou mais próximo do número real.
- 7) Discuta sobre a tensão superficial da água.



Figura 1 – Adicionando clips de papel no copo de água no jogo: “Apostando na água”.

Fonte: Os autores

Volumetria de neutralização: Qual grupo consegue a solução de um rosa mais clara no ponto de viragem da titulação de uma solução de H_2SO_4 (0,01 M) com NaOH (0,01 M)? As duplas competiram entre si.

Determinação da alcalinidade e da acidez total da água: Qual aluno (entre voluntários) consegue soprando descolorir mais depressa uma solução diluída de NaOH (0,01 M) colorida com fenolftaleína? (CO_2 da respiração) Em cada turma três alunos voluntários competiram entre si.

Estes jogos são competitivos e Fernández (2001) afirma que as situações de competitividade, quando bem planejadas e aplicadas de acordo com os objetivos, representam um elemento de apoio ao processo de ensino e aprendizagem. Os jogos competitivos podem propiciar aos alunos, de uma forma lúdica, um contato com suas carências, estimulando a curiosidade e o desejo de aprender. A competitividade é criticada pelos educadores, visto que a derrota é carregada de conotações negativas, podendo marcar o fracasso do educando para sempre. Entretanto não existe vencedor e perdedor, pois, em uma nova rodada, outros jogadores poderão sair vencedores. Kamii e Devries (1991) foram bem sucedidos quando tentaram esclarecer a questão da competitividade presente nos jogos:

[...] os adultos não devem evitar jogos competitivos, mas guiar os jovens para que eles se tornem jogadores justos e capazes de comandar a si próprios. A melhor maneira de lidar com a competição nos jogos em grupo é desenvolver desde o início uma atitude saudável e natural em relação à vitória ou à derrota. (Kamii e Devries, 1991, p. 25)

Laboratórios de computação

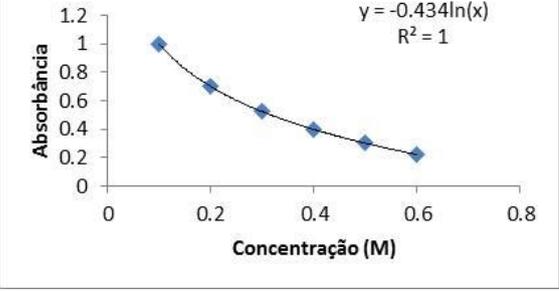
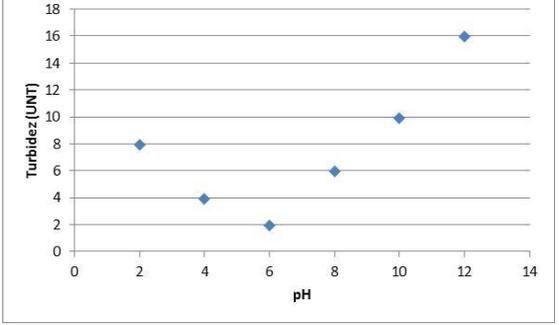
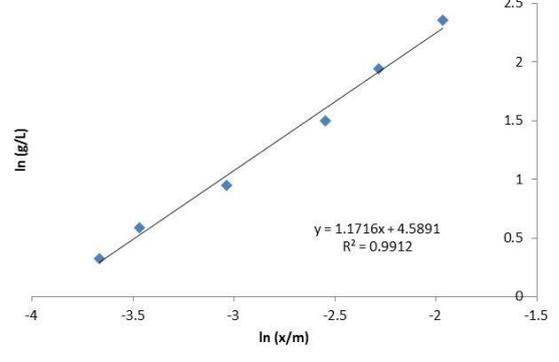
São úteis para a obtenção e análise de grande número de dados. No campo da Biologia, Física ou Química, a busca de ensaios múltiplos e de modelos ajuda os alunos a compreenderem melhor o papel da incerteza na pesquisa.

A representação virtual tem sido apontada como uma possibilidade de substituir ou complementar as demonstrações e experimentações (Fiolhais; Trindade, 2003). Os estudantes de hoje podem ser caracterizados como sendo imagéticos, agitados, questionadores, imediatistas, rápidos, apresentam destreza, ousadia e agilidade, conseguem desenvolver várias coisas ao mesmo tempo, preferem imagens antes de textos por utilizarem leitura visual, buscam respostas rápidas, elaboram perguntas inesperadas, necessitam de estímulos e motivação. Os alunos estão inseridos na era digital onde formam redes de contato na forma de rizoma e, por fim, desenvolvem aprendizagens significativas e novas maneiras de aprender, característica de uma inteligência coletiva (Prensky, 2001).

O Laboratório de Informática foi utilizado nas aulas: Princípios básicos de análises colorimétricas, Jar Teste Adsorção. Os trabalhos executados pelos alunos foram: encontrar a equação da curva que

descrevia os dados obtidos na aula prática, utilizando o método dos mínimos quadrados (encontrar a curva e o R^2) e o soft Excel (MICROSOFT OFFICE 365 HOME PREMIUM) e realizar pesquisa na internet sobre questão relacionada ao tema sugerida pelo professor (Quadro 3).

Quadro 3 - Exemplos da utilização do laboratório de computação

Aula	Análise de dados	Pesquisa na internet
Princípios básicos de análises colorimétricas	 <p style="text-align: center;">Lei de Beer-Lambert-Bouguer</p>	Utilização da colorimetria em engenharia
Jar Test	 <p style="text-align: center;">Determinação do pH ideal para o teste</p>	Posicionamento e justificativa do Jar test no esquema de uma estação de tratamento de água
Adsorção	 <p style="text-align: center;">Isoterma de Freundlich</p>	Tipos de sorção em águas subterrâneas

Trabalho de Minuto

Geralmente a forma de avaliação de uma disciplina é estabelecida pela Instituição de Ensino Superior (IES), sendo a maior parte feita por meio de provas e uma parte (em torno de 20%) decidida pelo professor, entre trabalho em sala de aula, relatórios, exercícios ou outros. Gatti (2003) salienta que esta decisão traz à tona a necessidade de que cada professor procure aprimorar seus meios de avaliação, tentando familiarizar-se com o uso de tipos variados de tal modo que possa criar e ajustar procedimentos avaliativos que sejam os mais adequados aos seus objetivos de ensino, à linguagem dos conteúdos tratados e à linguagem de seus alunos, e que possam contribuir não só para situar o grupo de alunos e cada aluno face à sua aprendizagem, mas também para estimular esta aprendizagem. Que a avaliação não seja apenas finalista, mas, sim, incluída no processo de ensino e aprendizagem como meio para o autodesenvolvimento, tanto dos alunos em suas aprendizagens, quanto dos professores, como profissionais, em face das suas formas de ensinar.

Nesta pesquisa optamos por, além das provas obrigatórias, utilizarmos avaliações rápidas e dinâmicas em classe durante todo o semestre. Ângelo e Cross (1993) descrevem muitas maneiras diferentes de processar avaliações rápidas em classe, no correr das aulas, as quais os professores podem adaptar às suas necessidades e, a partir delas, criar outras. Têm o objetivo de avaliar a aprendizagem simultaneamente ao ensino permitindo sanar dificuldades. A técnica de avaliação em classe utilizada de maneira mais geral é o chamado “Trabalho de Minuto”. Para empregar tal técnica, o professor interrompe a aula uns dois ou três minutos e pede a um aluno ou a um voluntário, que responda brevemente pergunta relacionada ao conteúdo. A nota obtida é incluída na parcela de pontos distribuídos a critério do professor. Alguns Trabalhos de Minuto utilizados estão apresentados no Quadro 4.

Quadro 4 – Exemplos de Trabalhos de Minuto utilizados

Aula	Questão
Medidas e erros	O que é sensibilidade de um equipamento?
Propriedades dos materiais	Porque a queima de enxofre descolore a fenolftaleína?
Determinação da alcalinidade e da acidez total da água	Porque o pH da água é acertado na saída da Estação de Tratamento de Água (ETA)?
Medida da turbidez e cor da água	Qual a diferença entre medir cor e turbidez?
Determinação do oxigênio dissolvido em amostras de águas naturais	A altitude do local onde foi coletada uma amostra de água influencia no OD?
Determinação de oxigênio consumido (OC)	Quais as diferenças e semelhanças entre DBO e DQO?
Determinação de cromato	Porque é necessária a análise por especificação do cromo?
Análise de cloreto	Se o cloreto não é tóxico porque deve ser analisado em águas de Classe II?
Princípios básicos de análises colorimétricas	A leitura da transmitância de uma amostra de água destilada em equipamento calibrado varia com a espessura da cubeta?

Ao final do semestre foi utilizado questionário para levantar a opinião dos alunos sobre: validade; pertinência; eficácia; aprovação das atividades e metodologias empregadas.

RESULTADOS

Questionário inicial

O perfil dos alunos e sua familiarização com recursos tecnológicos estão apresentados no Quadro 5.

Quadro 5 – Perfil básico dos alunos que participaram da pesquisa

Qual a sua idade? (%)		Em seu dia-a-dia, você utiliza recursos tecnológicos? Assinale abaixo: (%)	
< 21 anos	7.7	Sim	98.1
21 a 25 anos	67.3	Não	1.9
26 a 30 anos	13.5	Caso POSITIVO, assinale QUAL : (%)	
31 a 35 anos	3.8	Aparelho celular	98.1
> 36 anos	7.7	Notebook	15.4
		Tablet's	3.8
		Computador de mesa	11.5
		Outros	0.0

No caso percebe-se que os alunos são na maioria jovem adulto, exemplo da denominada “geração digital” cada vez mais conectada por meio de aparatos tecnológicos (Marques, 2015). Espera-se que tais alunos desejem metodologias modernas de ensino/aprendizagem. Entretanto, aulas expositivas, lideradas por professores ainda são a norma. Esta abordagem tradicional tem sido criticada, e incentivado o uso de metodologias dinâmicas e interativas em sala de aula, o que resulta em aprendizagem mais efetiva de conceitos e metodologias científicas (Itzek-Greulich et al., 2015). As preferências e rejeições dos alunos sobre alguns tipos de aula estão apresentadas no Quadro 6.

Quadro 6 - Preferências e rejeições dos alunos sobre alguns tipos de aula

Qual tipo de aula que mais lhe desperta interesse e transmite conhecimento? (%)		Qual tipo de aula que NÃO desperta interesse e NÃO transmite conhecimento? (%)	
Aula de laboratório	32.7	Aula Slides/texto	94.2
Aula Slides/texto/imagens/vídeo	32.7	Aulas expositivas (fala/quadro)	13.5
Aulas expositivas (fala/quadro)	32.7	Dinâmicas em grupo	11.5
Visitas técnicas	25.0	Aula Slides/texto/imagens/vídeo	3.8
Dinâmicas em grupo	11.5	Aula Slides/texto/imagens	1.9
Aula Slides/texto	0.0	Visitas técnicas	1.9
Aula Slides/texto/imagens	0.0	Aula de laboratório	1.9

É interessante notar que a utilização dos Slides (texto e texto/imagem), que tem sido a preferência de muitos dos professores, é entre as metodologias a que menos interessa aos alunos. Isto corrobora o fato que professores não dialogam com os alunos sobre metodologias ensino/aprendizagem.

Os slides substituem a aula expositiva tradicional, sendo o escrever no quadro substituído por apresentar slides o que não diminui a passividade dos alunos. Muitas vezes, o baixo índice de aprendizagem pode ser resultado da postura passiva que eles demonstram em relação ao papel que desempenham nesse processo: ouvir professores, memorizar conceitos e despejar respostas (Santos, 2007).

A partir destas informações durante o semestre as atividades foram planejadas para atender as expectativas. Os alunos demonstraram curiosidade e interesse em aulas de laboratório. A este respeito, ensinar ciências naturais em um laboratório da universidade torna-se um sistema de atividades dinâmicas que envolvem vários participantes (professores universitários, assistentes de laboratório, estudantes, alunos adiantados, etc.). Todos os participantes agem em relação a alguns objetivos comuns, considerando o conhecimento científico como processo cultural, histórico e social, usando experimentos e análise de dados. (Kolokouri et al., 2012).

Entre os tipos de aula preferidos pelos alunos, os referentes às aulas expositivas e visita técnica não foram utilizados nesta pesquisa, que foi direcionada às aulas de laboratórios.

Atividades desenvolvidas

Brainstorming (Tempestade cerebral)

Os alunos participaram entusiasmados da atividade. A tempestade cerebral foi uma possibilidade de estimular a geração de novas ideias de forma espontânea e natural, deixando funcionar a imaginação. Não houve certo ou errado. Tudo o que foi levantado, foi considerado e solicitada, se necessária, uma explicação posterior ao estudante (Anastasiou e Alves, 2004).

Algumas perguntas simples, como “O que é um "metro"?” causaram perplexidade e os alunos não souberam responder. Generalizando é possível afirmar que os estudantes tinham pouco ou nenhum conhecimento prévio dos assuntos que seriam abordados.

Resolução de problemas

A resolução de problemas em grupos sempre que utilizada além de facilitar a aprendizagem, melhorou o relacionamento professor/aluno e aluno/aluno não apenas no grupo, mas também entre grupos. Em aulas de resolução de problemas os alunos são mais ativos, cooperativos e envolvidos que em aulas com metodologias convencionais (Sáez de Cámara¹ et al., 2015).

Jogos didáticos

Os jogos geraram momentos de alegria e descontração. Houve formação de torcidas e o entusiasmo empolgou os alunos o que melhorou o relacionamento professor/aluno e aluno/aluno. A utilização de jogos em sala de aula pode trazer vantagens pedagógicas diretamente ligadas à aprendizagem, cognição, afeição, socialização, motivação e criatividade (MIRANDA, 2002).

O jogo educativo caracteriza-se como uma importante e viável alternativa para auxiliar em tais processos por favorecer a construção do conhecimento ao aluno (PEREIRA, 2009). Nesta perspectiva, o jogo não é o fim, mas o eixo que conduz a um conteúdo didático específico, resultando em um empréstimo da ação lúdica para aquisição de informações (KISHIMOTO, 2009).

O jogo “Apostando na água” movimentou os alunos que participaram intensamente, torcendo, rindo e sociabilizando com os colegas e professor. Foi importante para motivar a aprendizagem das propriedades da água, incluindo a tensão superficial. O desenvolvido na aula Volumetria de neutralização, que foi conseguir o rosa mais claro na titulação, ao mesmo tempo em que divertiu e propiciou a aprendizagem efetiva das técnicas de laboratório envolvidas. Para ganhar o jogo eles precisavam executar a análise lentamente, o que facilitou a formação do hábito de cuidado no laboratório. O jogo aplicado na aula: Determinação da alcalinidade e da acidez total da água, que foi descolorir solução diluída de NaOH e fenolftaleína com o sopro caracterizou um momento de alegria na sala de aula. Houve torcida entusiasmada por cada um dos participantes além de melhoria na aprendizagem de propriedades de ácidos e bases.

Laboratórios de computação

Embora os alunos conhecessem recursos de informática e cálculo numérico, apresentaram dificuldades para analisar os dados obtidos no laboratório (Quadro 3). Mais uma vez foi confirmada a distância entre teoria e prática. Foi trabalhoso para os alunos aplicar os conhecimentos de cálculo, estatística e informática, em um problema prático de Química Sanitária.

O mesmo ocorreu em relação à pesquisa na internet. A Internet está ficando cada vez mais interessante e criativa, possibilitando a exploração de um número incrível de assuntos. A ideia de navegar pode manter o aluno ocupado por um longo período de tempo, porém muito pouco pode ser realizado em termos de compreensão e transformação dos tópicos visitados em conhecimento. Por isto, cabe ao professor complementar e esclarecer para que a construção do conhecimento ocorra. (Leão et al., 2013).

Trabalho de Minuto

Os alunos, independentemente da idade se interessam por atividades que valem nota e só o professor avisar que a pergunta seria pontuada despertava o interesse de todos. A técnica gerou

também descontração, pois todos queriam ser escolhidos para responder, despertando atenção e raciocínio.

Questionário final

A opinião dos alunos sobre o uso de atividades complementares durante o semestre está apresentada no Quadro 9.

Quadro 9 - Opinião dos alunos sobre o uso de atividades complementares durante o semestre

Qual é em sua opinião sobre algumas aulas terem atividades dinâmicas (competições, desafios, jogos, trabalhos em grupo?) (%)	
Aulas motivadoras	27
Facilitam a aprendizagem	18
Aulas agradáveis e eficazes	13
Aulas interessantes	12
Despertam o interesse	9
Melhoram o relacionamento professor/aluno e aluno/aluno	9
Aulas que prendem a atenção	7
Aulas participativas	5

Entre os comentários destaca-se:

As atividades dinâmicas são excelentes para incentivar o aluno no aprendizado da matéria, e os trabalhos em grupos ajudam, pois, além de poder tirar dúvidas com o colega o aprendizado se torna mais dinâmico. (Aluno C)

Acho que estas aulas são as melhores, pois nos cria expectativas e nos leva a ter mais cuidado em fazer certo. (Aluno D)

Uma aula dinâmica assim é ótima. Nos incentiva a participar mais e não nos dispersamos. (Aluno E)

Quando as práticas possuem competições, desafios, trabalho em grupo, ajuda a estimular o interesse do aluno, contribui para o trabalho em equipe além de poder debater a ideia. (Aluno F)

Os alunos aprovaram as atividades extras desenvolvidas no laboratório. Metodologias que incentivam a participação melhoram o processo ensino/aprendizagem. Como já mencionado, o baixo índice de aprendizagem é muitas vezes resultado, principalmente, da postura passiva que eles demonstram em relação ao papel que desempenham nesse processo. A aprendizagem ativa é encorajada em classes que usam exercícios estruturados, desafios, trabalhos em grupo, estudos de caso ou métodos de aprendizagem individualizada (Santos, 2001).

Atividades lúdicas e jogos, no ensino/aprendizagem, não se justificam somente pelo estímulo ao aprendizado, podendo também contribuir de forma efetiva para a socialização dos alunos, educando-os para o respeito às diferenças, para o trabalho em equipe, para o desenvolvimento da personalidade e da autoestima, ensinando tanto a valorizar o prazer do sucesso como saber conviver com frustrações. O uso do lúdico no ensino de ciências é uma prática já estabelecida, cujo objetivo é auxiliar os alunos a aprender ou revisar o conteúdo ministrado de forma efetiva (Focetola et al., 2012). O lúdico torna as aulas mais interessantes e participativas, além do que a prática educativa só terá realmente sentido quando for estimulada a desenvolver no educador e no educando o gosto de querer bem e de estar sempre alegre tanto nos momentos de ensinar como nos momentos de aprender (Bovo, 2001).

As atividades e dinâmicas trazem alegria para a sala de aula, o que é muito importante segundo Freire: “E ensinar e aprender não podem ocorrer fora da procura, fora da boniteza e da alegria.” (Freire, 1996, p.90)

A comparação que os alunos fizeram entre aulas práticas e teóricas está apresentada no Quadro 10.

Quadro 10 - Comparação que os alunos fizeram entre aulas práticas e teóricas

Quais as semelhanças e diferenças entre aulas teóricas e de laboratório? (%)	
Apesar de diferentes complementam os conteúdos	48
Nem todos os temas foram abordados em ambas	23
As duas são necessárias	19
Não há semelhança	10

Na aula prática o interesse dos alunos é muito maior. Eles se envolvem mais. (Aluno G)

A aula teórica tem a função de expor de forma didática para o aluno. Já a aula prática desperta maior interesse em aprender. (Aluno H)

As de laboratório são mais alegres e acredito que são nelas que aprendemos mais. (Aluno I)

O fato de no laboratório estarmos em constante contato com produtos químicos perigosos ou não, que tornam as aulas práticas por si só mais interessantes. Ambas são importantes.

(Aluno J)

A principal semelhança entre as aulas teóricas e de laboratório são que as duas tratam do mesmo assunto, porém a diferença é que na teórica os cálculos são feitos de forma que não se considera todas as variáveis, tais como erro humano. (Aluno K)

As aulas teóricas seguem o modelo tradicional de ensino, na qual a relação professor-aluno é vertical, sendo o professor o polo que decide o modelo pedagógico, o conteúdo e a maneira da interação entre os alunos na sala de aula. Essas condutas o professor executa de acordo com objetivos externos, da escola ou da sociedade, tendo o aluno menos oportunidade de análise crítica e reflexão em relação ao assunto que naquele momento era significativo para seu aprendizado. No modelo tradicional, o aluno e o professor possuem uma relação em que há menor compartilhamento de informações entre eles, sendo o aluno apenas ouvinte do conhecimento transmitido pelo professor (Barbato, 2010).

A maioria dos alunos aprova a utilização do trabalho em grupo a qual vem sendo cada vez mais exigida em nossa sociedade ainda marcada por individualismo, relações hierarquizadas e competitividade. O trabalho em grupo amplia a possibilidade de relações mais solidárias na medida em que as pessoas se reconhecem em suas semelhanças e diferenças, aprendendo a construir ideias e ações coletivamente (Barbato, 2010).

Os alunos citaram a importância da alegria no laboratório. Matraca et al., 2011, apresentam a dialógia do riso na prática da educação popular, destacando que o riso é libertador. O bem-humorado é muito mais livre, porque como tem um repertório aberto, está sempre encontrando saídas para as pressões do cotidiano (Matraca et al., 2011).

A opinião dos alunos sobre a importância do relacionamento aluno/professor está apresentada no Quadro 11.

Quadro 11 - Opinião dos alunos sobre a importância do relacionamento aluno/professor

Em sua opinião o relacionamento professor/aluno interfere na aprendizagem? (%)	
Melhora a aprendizagem	40
Facilita esclarecer as dúvidas	34
Torna a aula agradável	12
Aumenta o comprometimento do aluno	7
Incentiva o aluno e o professor	7

O professor é fundamental para o aprendizado. Professores bons, dedicados, justos e com bons critérios de avaliação, conseguem ensinar suas disciplinas bem e cobrá-las em alto nível, pois os alunos estarão preparados. Em contrapartida, existem professores ruins que dificultam matérias simples e apresentam critérios de avaliação que chegam a ser absurdos, alguns deles nem mesmo se preparam para as aulas e geram dúvidas sobre seus conhecimentos. (AlunoL)

Sim. As relações dentro da sala de aula ajudam sim no aprendizado. Quanto maior interação aluno / aluno e aluno / professor maior será o aproveitamento da aula, tanto alunos e professores são uma ótima maneira de esclarecer dúvidas e compartilhar conhecimentos. (AlunoM)

O bom relacionamento influi totalmente no aprendizado, no qual os laços facilitam o diálogo e a boa compreensão. (AlunoN)

Sim! Interfere muito, pois um mau relacionamento pode prejudicar o aprendizado e com um mau relacionamento a aula se torna maçante e muito desgastante. (AlunoO)

O bom relacionamento entre as partes possibilita um ambiente tranquilo que favorece a aprendizagem, pois os alunos se envolvem melhor com a matéria, ao contrário se o ambiente fosse hostil.

Esse tipo de relacionamento interfere de maneira a levar o aluno a gostar ou odiar a disciplina, assim como o professor a gostar ou não de ministrar as aulas, tornando as aulas excelentes ou péssimas. (AlunoP)

O ensino é visto, pelos estudantes, como resultante de uma relação pessoal do professor com o aluno. Uma parcela substancial de pesquisas realizadas sobre a efetividade do ensino superior tem indicado a importância do contato professor-aluno. Quando estes estudos enfatizam os comportamentos pessoais no trabalho com os alunos em sala de aula, eles descrevem o bom professor como aquele entusiasmado pelo seu trabalho, interessado no aluno, preocupado com o seu progresso, fácil de dialogar, incentivador das discussões de diferentes pontos de vista e aberto para ajudar os estudantes em seus problemas (Santos, 2001). O professor exerce um importante papel de mediação, que poderá favorecer ou não a construção do conhecimento pelo aluno (Veras e Ferreira, 2010). Os estudantes entendem a afetividade como necessária, considerando que o conhecimento que está sendo trabalhado não é apenas de conteúdo acadêmico, e sim um aprendizado para a vida toda (Quadros et al., 2010).

Quando questionados sobre avaliação “Trabalho de Minuto” todos os alunos foram favoráveis. Alguns exemplos de comentários estão apresentados:

As competições, desafios e questionamentos são todos muito positivos, além da pontuação deixar a aula mais interessante. (AlunoS)

Interessante, a forma ou distribuição dos pontos e o incentivo pelas pontuações motiva o aprendizado. (AlunoT)

Considerações finais

Buscando romper com a didática tradicional que permeia o ensino-aprendizagem em muitos cursos de engenharias no Brasil, procuramos aqui sugerir algumas atividades didáticas e pedagógicas que, testadas, criaram um ambiente favorável e foram efetivas no ensino-aprendizado de laboratório de química sanitária em um curso de engenharia de uma Instituição particular de ensino. As avaliações dos trabalhos desenvolvidos revelam virtudes e possibilidades a serem exploradas.

A sugestão das estratégias pretende, em algum sentido, afastar a (mesmice) prática prevalente das aulas expositivas em favor construção de uma pedagogia mais aberta à participação dos alunos; favorecedora do trabalho em equipe; formadora de atitudes e adaptadas as peculiaridades de diferentes disciplinas.

Escutar previamente os alunos e planejar as atividades de acordo com suas expectativas se mostrou boa prática. Esperamos que o trabalho desenvolvido possa de alguma forma contribuir para o entendimento de possibilidades para os muitas vezes pedagogicamente defasados cursos de engenharia.

Referências bibliográficas

Anastasiou, L. G. C.; Alves, L. P.; Wachowicz, L. A. ; Romanowski, J. (2004) *Processos de ensinagem na universidade: pressupostos para estratégias em aula*. Joinville: Editora Univille.

- Angelo, T. A.; Cross, K. P. (1993) *Classroom assessment techniques: a handbook for college teachers*. San Francisco: Jossey Bass.
- Barbato, R.G.; Maria Mello E Souza, C. B. (2010). Aprender em grupo: experiência de estudantes de enfermagem e implicações para a formação profissional. *Esc Anna Nery Rev Enferm*, 14(1), 48-55.
- Bovo V. G. (2001) O Uso Do Computador na Educação de Jovens e Adultos. *Rev. PEC*, 2(1), 105-112.
- Carvalho, A. C. B. D, Porto, A J., Belhot, R. V. (2011) Aprendizagem significativa no ensino de engenharia. *Revista PRODUÇÃO*, 11(nov), 81-90.
- Cury, H. N. (2000) *Estilos de Aprendizagem de Alunos de Engenharia*. XXVIII COBENGE, URL: <http://www.abenge.org.br/CobengeAnteriores/2000/artigos/169.PDF> . Acesso em setembro 2016.
- Delors, J. (2012) (org.). *Educação um tesouro a descobrir – Relatório para a Unesco da Comissão Internacional sobre Educação para o Século XXI*. Perdizes: Editora Cortez, 7ª edição.
- Fernández, A. (2001) *O saber em jogo: a psicopedagogia propiciando autorias de pensamento*. Porto Alegre: Artmed.
- Fiolhais, C.; Trindade, J. (2003) Física no computador: o computador como uma ferramenta no ensino e na aprendizagem das ciências físicas. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 25(3), 259-272.
- Focetola P. B. M., Castro P. J., Souza A. C. J., Grion L. S., Ilva Pedro N. C., Iack R. S., Almeida R. X., Oliveira A. C., Barros C. V. T., Vaitsman E., Brandão J. B. Guerra A. C. O., Silva J. F. M. (2012) Os jogos educacionais de cartas como estratégia de ensino em química. *Química Nova na Escola*, 34 (4), 248-255.
- Freire, P. (1987) *Pedagogia do oprimido*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.
- Freire, P. (1996) *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra.
- Gatti, B. A. (2003) O professor e a avaliação em sala de aula. *Estudos em avaliação educacional*, 27(jan/jun), 97- 114.
- Itzek-Greulich, H.; Flunger, B.; Vollmer, C.; Benjamin Nagengast, B.; Markus Rehm, M.; Trautwein, U. (2015). Effects of a science center outreach lab on school students' achievement e Are student lab visits needed when they teach what students can learn at school? *Learning and Instruction*, (38), 43-52.
- Kamii, C.; Devries, R. (1991) *Piaget para a educação pré-escolar*. Porto Alegre: Artes Medicas.
- Kishimoto, T. M. (Org.). (2009) *Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação*. São Paulo: Cortez.
- Kolokouri, E.; Theodoraki, X.; Plakitsi, K. (2012) A Cultural Historical Activity Theory Approach In Natural Sciences Education Laboratory Lessons Towards Reforming Teachers Training. *World Journal of Education*, 2(2), 23-40.
- Lapo, F. R.; Bueno, B. O. (2002) Professores, desencanto com a profissão e abandono do magistério. *Cadernos de Pesquisa*, 118(março), 65-88.
- Leão, M. F.; Oliveira, E. C.; Quartieri, M. T. (2013) A utilização de diversificadas estratégias de ensino associadas a um ambiente virtual de aprendizagem para potencializar as aulas de química.

- Revista Tecnologias na Educação*, 5(9). URL: <http://tecedu.pro.br/wp-content/uploads/2015/07/Art4-ano5-vol9-dez2013.pdf>. Acesso: setembro 2016.
- Marques, J. A. (2015) Lazer de jovens universitários no contexto digital. *Contemporânea: comunicação e cultura*, 13(1), 84-105. 2015.
- Matraca, M. V. C.; Wimmer, Gert; Araujo-Jorge, Tc de. (2011) Dialogia do riso: um novo conceito que introduz alegria para a promoção da saúde apoiando-se no diálogo, no riso, na alegria e na arte da palhaçaria. *Cienc Saude Colet*, 16(10), 4127-38.
- Milatza, A.; Glüerb, M.; Harwardt-Heinecke, E.; Kapplera, G.; Ahnertaa, L. (2014) The Student-Teacher Relationship Scale revisited: Testing factorial structure, measurement invariance and validity criteria in German-speaking samples. *Early Childhood Research Quarterly*, 29, 357-368.
- MIRANDA, S. de. No fascínio do jogo, a alegria de aprender. *Ciência hoje*, v.28, n.168. Jan./fev., 2002, p.64-66.
- PEREIRA, Thaís Caroline Azêdo et al. Estratégias para ensino de botânica com jogos de tabuleiro. In: CONGRESSO DE PESQUISA E INOVAÇÃO DA REDE NORTE E NORDESTE DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA, 4, Belém, 2009. *Anais...Belém: CONNEP*, 2009.
- Prensky, M. (2001) *Digital natives, digital immigrants*. URL: <http://www.marcprensky.com/writing/Prensky%20-%20Digital%20Natives,%20Digital%20Immigrants%20-%20Part1.pdf>. Acesso: setembro 2016.
- Quadros, A. L.; Lopes, C. M.; Silva, F. A. B.; Correa, J. M. M.; Pio, J. M.; Torres, N. O.; Pinto, P. L.; Nogueira, P. K. (2010) A percepção de professores e estudantes sobre a sala de aula de ensino superior: expectativas e construção de relações no curso de química da UFMG. *Ciência & Educação*, 16(1), 103-114.
- Sabino, C. V. S.; Amaral, F. C. ; Antonino, N. M. ; Lobato, W. . (2012) *Água de beber água de viver*. Belo Horizonte: Delrey Indústria Gráfica.
- Sáez de Cámara¹, E. S.; Lopez-Urionabarrenechea, A.; Azpiazu¹, M. N.; Ruiz de Arbulo, P.; Insunza, G. An interdisciplinary complex problem as a starting point for learning: Impact of the PBL method in second-year Environmental engineering students. *Mult. J. Edu. Soc & Tec. Sci.* v. 2, n. 2, p. 153-175. 2015.
- Santos, J. C. F. (2008) O papel do professor na promoção da aprendizagem significativa. *Revista Científica UNIABEU*, 1(jan-jun), 9 – 84.
- Santos L. F. B. P.; Laros, J. A. (2007) Avaliação da prática pedagógica do professor de ensino superior. *Estudos em Avaliação Educacional*, 18(36), 75-96.
- Santos, S. C. (2001) O processo de ensino-aprendizagem e a relação professor-aluno: aplicação dos “sete princípios para a boa prática na educação de ensino superior”. *Caderno de Pesquisas em Administração*, 8(1), 69-82.
- Silva Filho, R. L. L.; Motejunas, P. R.; Hipólito, O.;Lobo, M. B. C. M. (2007) A evasão no ensino superior brasileiro. *Cadernos de Pesquisa*, 37(132), 641-659.
- Silva Junior, C. A. P.; Fontelene, H. B.; Silva, A. N. (2013) Estilos de ensino versus estilos de aprendizagem: uma aplicação em transporte. *Transportes*. 21(2), 30-37.
- Silva, L. P.; Cecílio, S. (2007) A mudança no modelo de ensino e de formação na engenharia. *Educação em Revista*, 45 (jun), 61-80.

Soares, M. A.; A. M. P. De Araujo E E. A. Leal, A. (2012) *Evidências Empíricas da Aplicação do Método Problem-Based Learning (PBL) na Disciplina de Contabilidade Intermediária do Curso de Ciências Contábeis*. In: Camila Lima Coimbra. (Org.). *Didática Para o Ensino nas Áreas de Administração e Ciências Contábeis*. São Paulo: Atlas.

Veras, R. S.; Ferreira, S. P. A. (2010) A afetividade na relação professor-aluno e suas implicações na aprendizagem, em contexto universitário. *Educar em Revista*, 38, 219-235.