

AVALIAÇÃO DO USO DE MATERIAL MULTIMÍDIA COMO INSTRUMENTO DE APOIO DIDÁTICO A UMA DISCIPLINA EXPERIMENTAL EM CURSOS DE ENGENHARIA

Profa. Dra. Maria da Rosa Capri – mariarosa@dequi.eel.usp.br

Departamento de Engenharia Química, Escola de Engenharia de Lorena, USP
Estrada Municipal do Campinho, S/Nº, Bairro Campinho – Caixa Postal: 116
CEP 12602-810 Lorena-SP

Yuri Nunes Silva Luz – yuri.kwy@alunos.eel.usp.br

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

Departamento de Engenharia de Materiais, Escola de Engenharia de Lorena, USP
Polo Urbo-Industrial, S/N Gleba AI-6 – Caixa Postal 116
CEP 12600-970 – Lorena-SP

***Resumo:** Este trabalho teve por objetivo verificar a influência de um material didático multimídia sobre o processo de ensino-aprendizagem de alunos ingressantes nos cursos de engenharia na Escola de Engenharia de Lorena. O material multimídia foi criado especificamente para a disciplina de Química Geral Experimental, envolvendo um experimento de preparação e padronização de soluções. Esta disciplina é obrigatória para todos os cursos de graduação oferecidos pela Escola e é cursada por todos os alunos ingressantes. Foram computadas e analisadas respostas dadas pelos alunos a questionários específicos bem como avaliado o desempenho em provas práticas de grupos de alunos com e sem acesso ao material multimídia. Os resultados mostraram aumento no desempenho dos alunos que tiveram acesso ao material e uma melhor compreensão das atividades práticas e sua relação com a parte teórica.*

***Palavras-chave:** material didático multimídia, química experimental, engenharia, laboratório, avaliação.*

1. INTRODUÇÃO

A formação básica e o raciocínio analítico do profissional em engenharia são características fundamentais exigidas pelo mercado de trabalho, o que possibilita a ele desempenhar inúmeras funções. Derivada do latim *ingenium*, que significa gênio criativo e empreendedor, a gênese da Engenharia está relacionada a processos de criação, inovação e empreendimento, seja material, seja intelectual (COSTA, 2009).

Na construção de um conhecimento sólido e duradouro, o uso de ferramentas e metodologias que possibilitem ao aluno uma aprendizagem de forma fácil, rápida e eficiente é imprescindível para a adequação e o acompanhamento do desenvolvimento tecnológico atual. Dessa forma, o emprego dos *softwares* educacionais, denominados de *coursewares*, utilizando recursos multimídias, vem sendo empregados com êxito tanto no Brasil quanto no exterior, ajudando alunos e professores.

O uso da Informática na Educação é hoje uma das áreas mais fortes da Tecnologia Educacional (CYSNEIROS, 2000), criando ambientes favoráveis para a construção de conhecimentos e colocando em prática novas ferramentas pedagógicas, tornando o ensino cada vez mais dinâmico e a aprendizagem mais independente.

Segundo VALENTE:

A utilização do computador na educação não significa, necessariamente, o repensar da educação. [...] O termo "Informática na Educação" significa a inserção do computador no processo de aprendizagem dos conteúdos curriculares de todos os níveis e modalidades de educação. [...] No entanto, a atividade de uso do computador na disciplina curricular pode ser feita tanto para continuar transmitindo a informação para o aluno e, portanto, para reforçar o processo tradicional de ensino (processo instrucionista), quanto para criar condições para o aluno construir seu conhecimento por meio da criação de ambientes de aprendizagem que incorporem o uso do computador (processo construcionista).

Nesse sentido, a Tecnologia Educacional, percebida como a aplicação de recursos tecnológicos em prol do desenvolvimento educacional, e a facilidade ao acesso à informação não extinguem o educador, mas facilitam a maneira de educar.

Tanto na seleção quanto na disseminação dos conteúdos educacionais o acompanhamento do profissional educador se torna indispensável, visto que na internet há uma abundância de materiais para serem explorados, materiais bons e de fácil acesso, mas que se não forem organizados para serem lidos corretamente e interpretados como se deve pode não ter efeito algum no acréscimo de conhecimento que se aspira.

Hoje, além das exigências por conhecimentos específicos cada vez mais profundos em cada área do conhecimento, exige-se que o profissional, especialmente das engenharias, tenha uma formação de espectro amplo, generalista, com visão sistêmica, capacidade de trabalho em grupo e de âmbito multidisciplinar. (ASSIS, 2002). Assim, diante das novas exigências do mercado de trabalho e do processo de desenvolvimento tecnológico, na formação do profissional engenheiro o professor não é apenas um transmissor do conhecimento, mas aquele que mobiliza o aluno para a criação de um vínculo com o conhecimento de forma significativa, para que ele conheça e atue a partir da realidade, tendo clareza dos objetivos a serem alcançados e propiciando uma prática construtiva do conhecimento.

De acordo com o Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa, etimologicamente, o termo aluno significa literalmente “criança de peito”, “lactante” ou “filho adotivo” (do lat. *alumnus*, *alumni*, proveniente de *alere*, que significa “alimentar, sustentar, nutrir, fazer crescer”) (LEWIS & SHORT, 1998). Já no sentido figurado ou metafórico, *aluno* significa simplesmente “discípulo” ou “pupilo”, aquele que aprende ou recebe conhecimento de alguém. Entretanto, o aluno não tem apenas o dever pragmático de receber as informações transmitidas pelo professor, e sim ir além, trilhando um caminho progressivo na construção do seu conhecimento, tendo o professor como suporte e guia intelectual.

Com o auxílio de ferramentas didáticas multimídias, a aplicação dos conhecimentos teóricos nas aulas práticas se torna muito mais dinâmica, beneficiando as interações aluno-professor e aluno-aluno, de forma que o aluno não se comporte como um ser passivo, receptor das informações transmitidas pelo professor, mas que o processo de ensino-aprendizagem faça sentido para ele, o que se expressa na presença participativa e no trabalho em grupo.

A disciplina Química Geral Experimental é ministrada para todos os alunos ingressantes nos cinco cursos de Engenharia da Escola de Engenharia de Lorena (EEL-USP). São 360 alunos por ano, provenientes de inúmeras escolas de segundo grau, com metodologias de

ensino e programas distintos, contemplando desde escolas técnicas de alto nível até escolas públicas de periferia, com poucos recursos e frequentemente sem acesso a laboratórios químicos. Os alunos que nunca tiveram acesso a um laboratório de química encontram dificuldades em acompanhar o desenvolvimento da disciplina, cuja metodologia de ensino pressupõe que eles já tenham noções básicas nessa área.

As turmas têm em média quarenta alunos, dificultando o acompanhamento individualizado do professor durante a realização dos experimentos, mesmo com o auxílio do técnico. Uma forma adequada de minimizar estes problemas é a disponibilização antecipada de um material de apoio didático, de modo que os alunos possam estudar e sanar dúvidas básicas antes de realizar os experimentos. Quando se trata de disciplinas exclusivamente práticas, como é o caso, normalmente o material disponibilizado limita-se ao roteiro passo a passo do experimento.

Esse era o caso para esta disciplina até 2009, quando a professora responsável observou que, embora haja material multimídia sobre o assunto disponível na Internet, os alunos não os pesquisavam ou utilizavam regularmente. Na verdade, muito poucos alunos procuravam qualquer outro material de estudo além dos encontrados na bibliografia básica ou o fornecido diretamente pelo professor.

Isso levou a professora a planejar, criar e disponibilizar um material didático multimídia de apoio didático específico para um dos experimentos da disciplina, de fácil acesso aos alunos e que pudesse motivá-los e melhor orientá-los no entendimento, planejamento e execução do experimento (FOGAÇA, 2009). A partir do segundo semestre de 2009, esse material começou a ser utilizado em caráter experimental como apoio pedagógico na condução do experimento, visando sanar possíveis dúvidas que possam surgir durante a sua realização e possibilitar ao aluno o entendimento completo dos procedimentos executados no laboratório. Esse material, disponibilizado no site da instituição (www.eel.usp.br) – na página da Professora Doutora Maria da Rosa Capri, localizada na seção Página de Professores – serve como facilitador no entendimento dos temas que são desenvolvidos nas aulas práticas e como aprofundador dos conhecimentos que são adquiridos nessas aulas.

O objetivo deste trabalho foi analisar o desempenho de diferentes turmas no período de mais de dois anos, para avaliar o impacto e a contribuição do uso de material didático multimídia sobre desempenho dos alunos da disciplina, especificamente no experimento envolvendo preparo e padronização de soluções. A avaliação baseia-se objetivamente nas respostas dadas pelos alunos a questionários aplicados a grupos de alunos, com e sem acesso ao material multimídia, à análise das respostas em provas práticas e, subjetivamente, às impressões sobre o desempenho dos alunos durante as aulas, conforme percebido por professores, monitores e técnicos que acompanharam as aulas.

2. METODOLOGIA

Na primeira etapa deste trabalho foi elaborado um questionário e aplicado a um grupo de alunos que teve acesso apenas aos roteiros dos experimentos realizados em laboratório. Na segunda etapa foi elaborado um questionário e aplicado a um grupo de alunos, que além dos roteiros dos experimentos realizados em laboratório, tiveram também acesso ao material didático multimídia. As respostas foram compiladas graficamente para facilitar a compreensão dos resultados. Os resultados foram analisados e correlacionados com o desempenho dos alunos em provas práticas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na primeira etapa deste trabalho foi elaborado um questionário e aplicado a quarenta e seis alunos, cujo objetivo era identificar quando os alunos liam o roteiro do experimento

realizado em laboratório e o reflexo na realização do experimento sobre preparação e padronização de solução.

Na segunda etapa foi elaborado um questionário e aplicado a duzentos e vinte e nove alunos, sobre a utilização do material didático multimídia, para identificar o acesso, a adequação e a utilidade do conteúdo. Ambos os questionários continham espaços para comentários livres.

Os resultados aplicados na primeira etapa demonstraram que a consulta ao roteiro do experimento se deu da seguinte forma: cerca de 20% consultaram o material didático antes do dia da aula, 67% no dia da aula, 11% durante a aula e 2% não consultaram (Figura 1). Esta conduta se refletiu diretamente no entendimento dos passos dos procedimentos (Figura 2). Para 30% dos alunos o entendimento dos procedimentos ficou claro antes de iniciar a aula, 52% no transcorrer da aula, 11% somente com o auxílio do técnico ou do professor e 7% apenas seguiram o roteiro e deixaram para entender depois o que aconteceu.

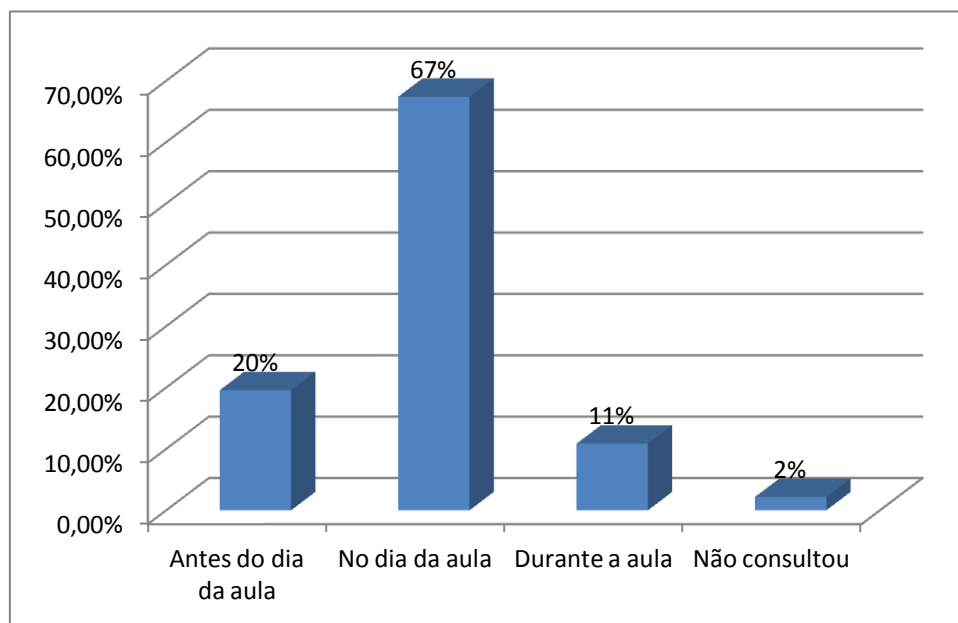


Figura 1 - Consulta ao Roteiro do Experimento.

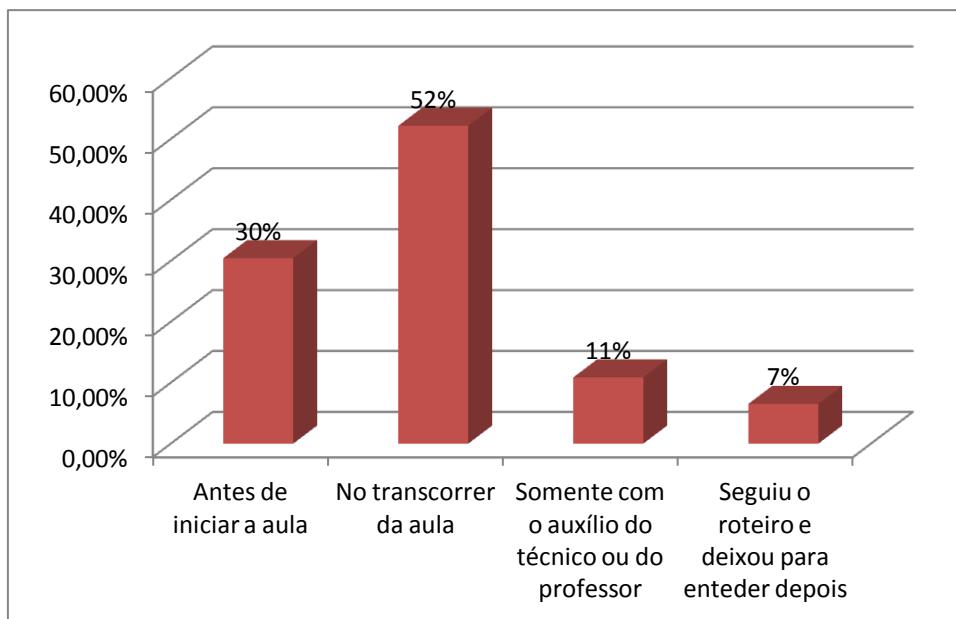


Figura 2 – Entendimento dos Passos do Procedimento.

Na segunda etapa, quando o material multimídia contendo o procedimento a ser executado em laboratório foi disponibilizado, cerca de 82% dos alunos consultaram o material antes do dia da aula, 17% no dia da aula, 1% durante a aula e 0% não consultaram (Figura 3). O reflexo deste comportamento implicou diretamente no entendimento dos passos dos procedimentos (Figura 4). Para 82% dos alunos o entendimento dos procedimentos ficou claro antes de iniciar a aula, 10% no transcorrer da aula, 0% somente com o auxílio do técnico ou do professor e menos de 1% apenas seguiram o roteiro e deixaram para entender depois o que aconteceu.

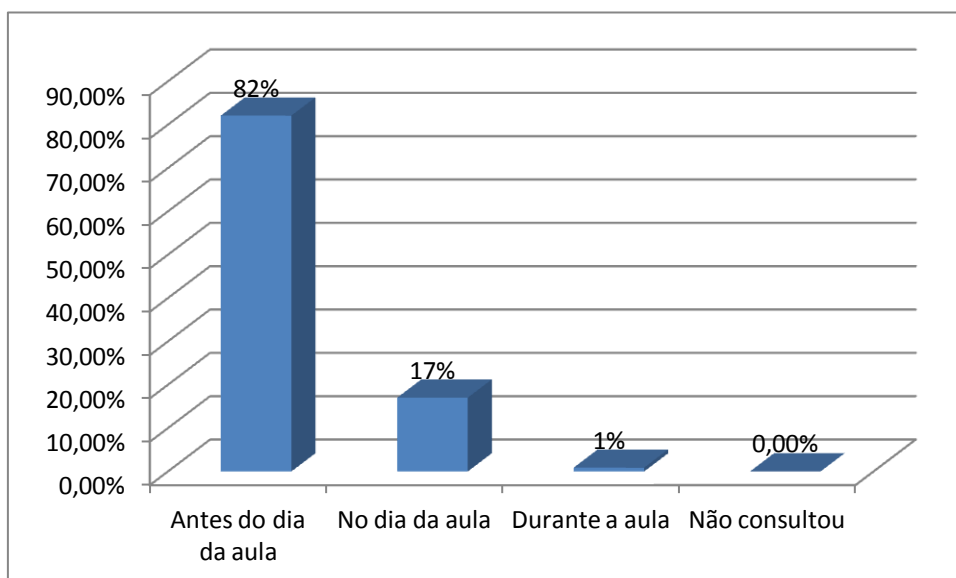


Figura 3 – Consulta ao Material Didático Multimídia.

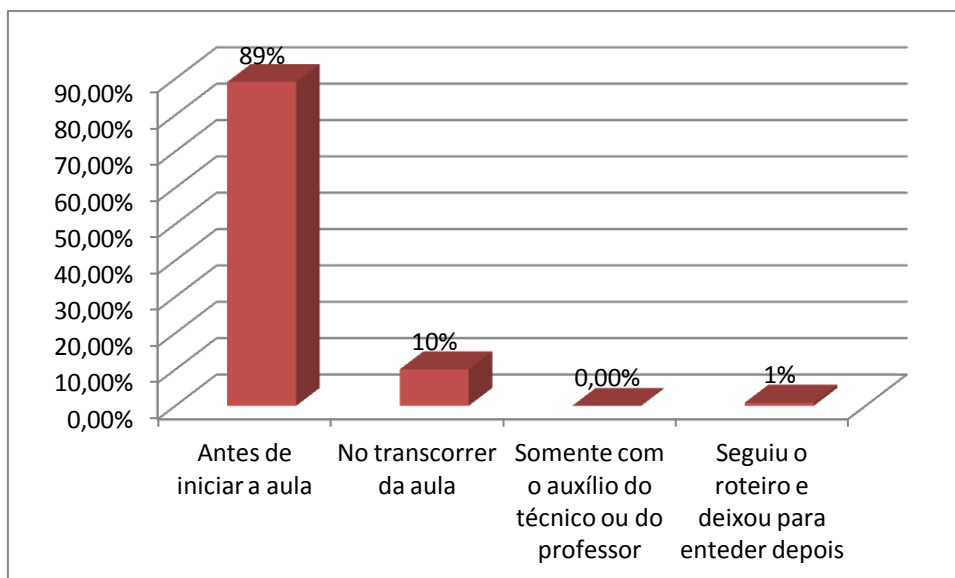


Figura 4 – Entendimento dos Passos do Procedimento.

Quando questionados se identificaram claramente os materiais e equipamentos utilizados no desenvolvimento do experimento, a porcentagem de alunos que responderam afirmativamente foi significativamente maior para o grupo que consultou previamente o material multimídia (Figura 5).

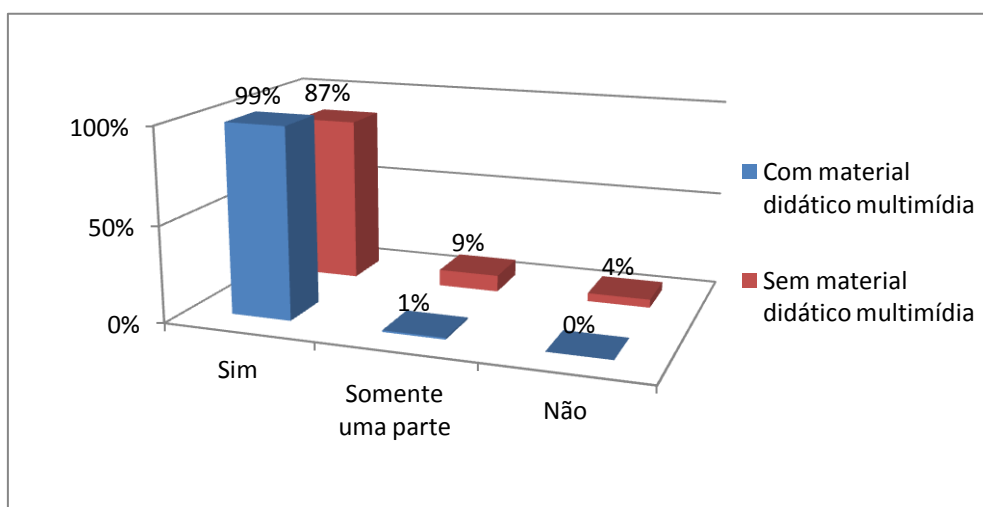


Figura 5 – Identificação clara de todo material didático utilizado em laboratório.

Dos alunos que tiveram acesso somente ao roteiro, cerca de 2% responderam que tiveram dificuldade na utilização em todos os equipamentos, 28% somente com o material volumétrico e 70% não tiveram dificuldades. Dos alunos que tiveram acesso ao material didático, cerca de 99% responderam ter entendido a utilização de todos os equipamentos, 1% exceto o material volumétrico e 0% não conseguiram entender a utilização dos equipamentos.

Essas duas respostas não foram comparadas diretamente, pois o assunto foi apresentado de forma diferente para os dois grupos: no primeiro caso, a pergunta refere-se à dificuldade na utilização de equipamentos de laboratório e no segundo, sobre o entendimento na utilização destes equipamentos. Apesar desta diferença, o assunto abordado é o mesmo e, como o

questionário foi aplicado após a realização do experimento, infere-se que no que tange ao entendimento e à dificuldade na utilização dos equipamentos de laboratório, os alunos que tiveram acesso somente ao roteiro apresentaram maior dificuldade na utilização dos equipamentos e os alunos que tiveram acesso ao material didático multimídia apresentaram maior facilidade no entendimento da utilização dos equipamentos dos laboratórios.

Quanto à facilidade para identificação do ponto final da titulação, o uso do material didático multimídia foi significativo em relação ao uso somente do roteiro (Figuras 6 e 7).

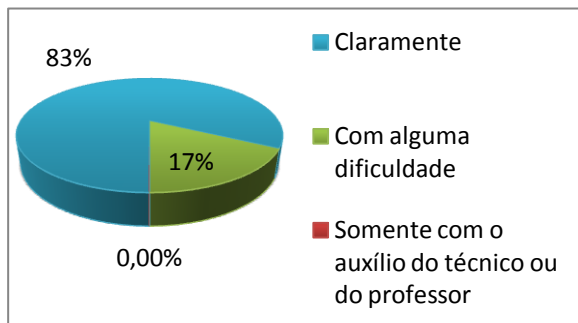


Figura 6 - Identificação do ponto final da titulação, sem o uso do material didático multimídia.

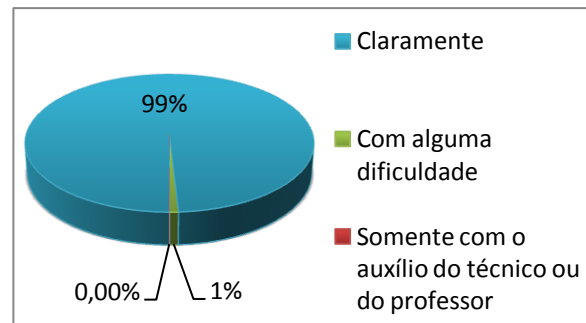


Figura 7 - Identificação do ponto final da titulação, com o uso do material didático multimídia.

Em relação à concordância entre as replicatas, os alunos que utilizaram o material multimídia obtiveram melhores resultados do que aqueles que utilizaram somente o roteiro para realização do experimento (Figuras 8 e 9). Esta melhora é atribuída à visualização prévia dos procedimentos de uma titulação, demonstrados passo a passo no material multimídia.

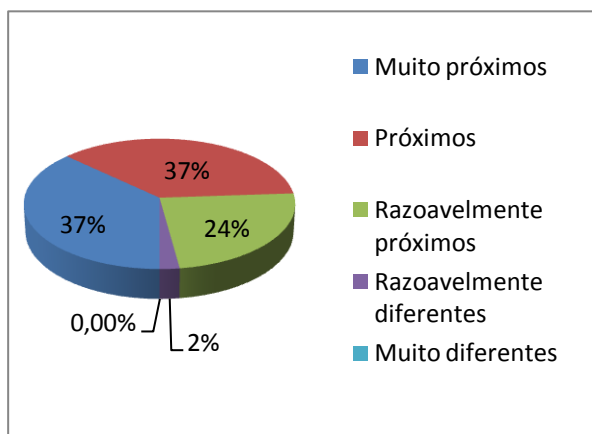


Figura 8 - Resultados das replicatas, sem o uso do material didático multimídia.

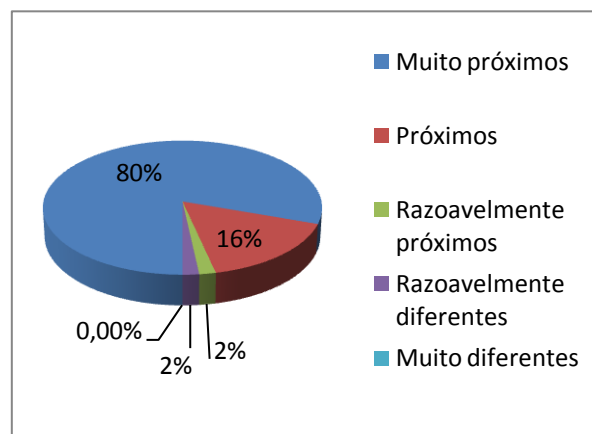


Figura 9 - Resultados das replicatas, com o uso do material didático multimídia.

Quando questionados sobre a relação entre o experimento executado e a parte teórica, de forma geral, tanto os alunos que consultaram somente o roteiro do experimento quanto aqueles que consultaram o material didático multimídia responderam que o experimento ajudou a entender o que foi ministrado nas aulas teóricas (Figuras 10 e 11). Entretanto, cerca de 9% dos alunos que não tiveram acesso ao material multimídia, responderam que o experimento somente ajudou a entender como manusear o material de laboratório,

diferentemente dos alunos que consultaram o multimídia, o que pode ser atribuído ao fato de já terem visto os materiais de laboratório e os procedimentos de manuseio dos mesmos.

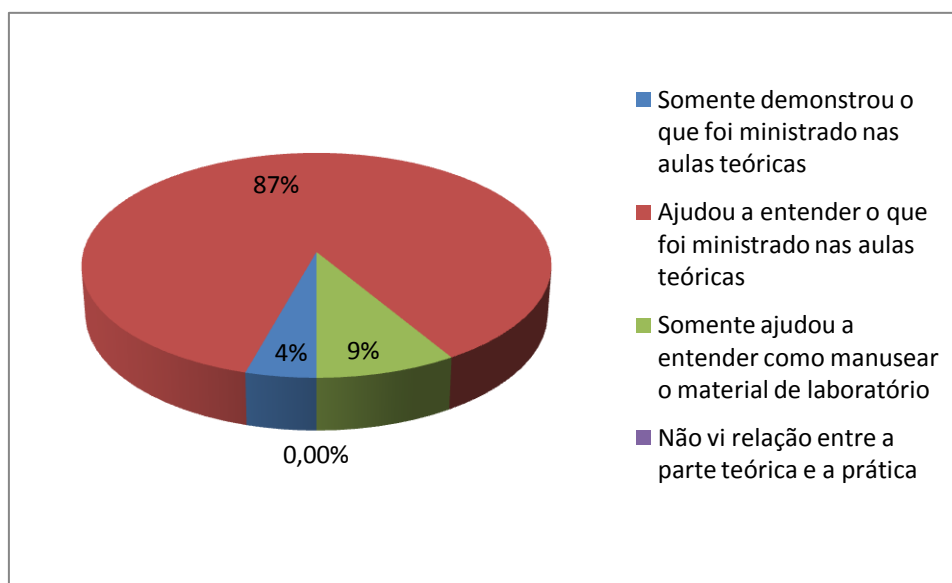


Figura 10 – Percepção dos alunos, que somente tiveram acesso ao roteiro, sobre a integração entre parte teórica e parte experimental.

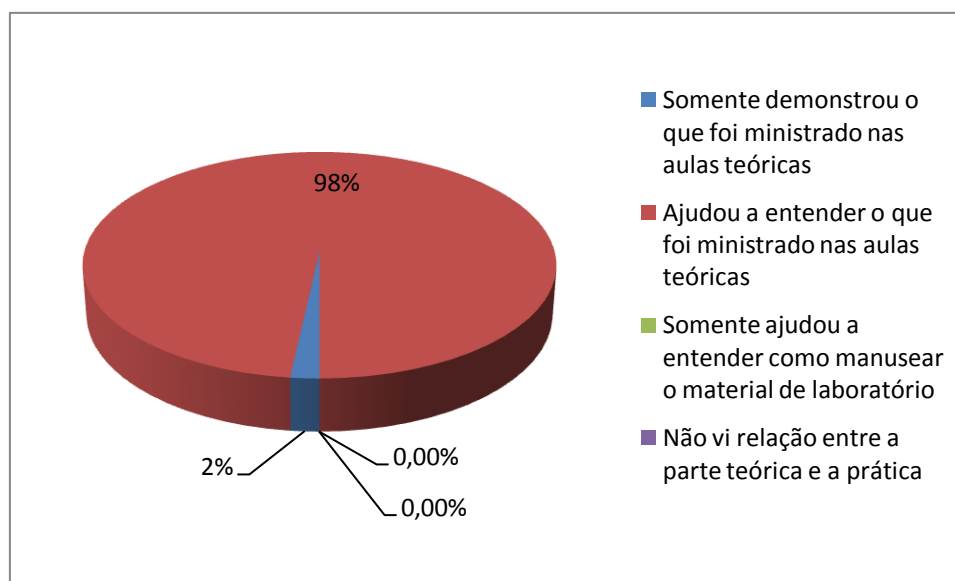


Figura 11 – Percepção dos alunos, que tiveram acesso ao material multimídia, sobre a integração entre parte teórica e parte experimental.

Além de melhorar o rendimento acadêmico, o uso do material didático multimídia se mostrou eficiente para despertar a atenção dos alunos para o uso racional de reagentes, ou seja, os alunos perceberam que quanto menos reagentes desperdiçam, menos resíduos químicos são gerados (Figura 12). Como consequência, diminui o custo por aula e o risco ambiental.

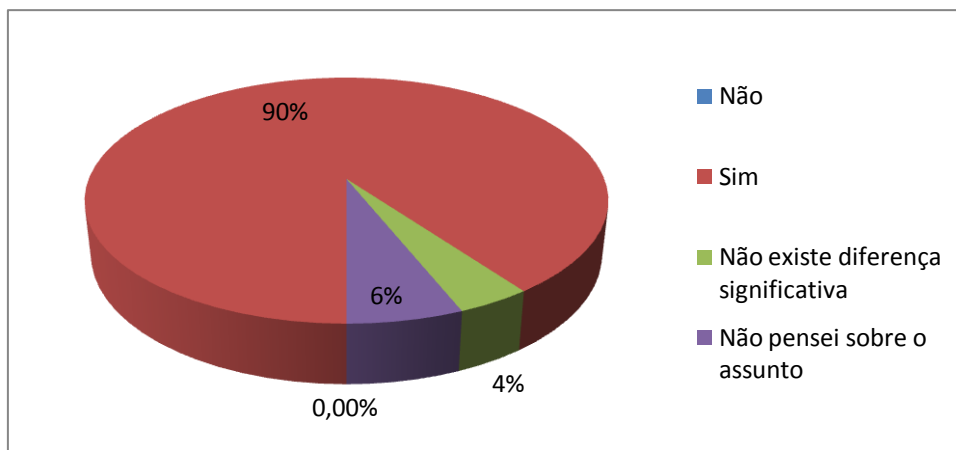


Figura 12 – Ponto de vista dos alunos em relação ao uso do material didático multimídia e o consumo de reagente.

O desempenho dos alunos que tiveram acesso ao material multimídia foi comparado com o desempenho de alunos de turmas anteriores que cursaram a disciplina antes da produção do material. Essa comparação foi feita por meio da diferença entre a massa real de uma amostra e a massa encontrada pelos alunos, expressa na forma de porcentagem de erro. Os resultados são mostrados nas figuras 13 e 14. Na turma com acesso ao material multimídia, os erros foram significativamente menores, comprovando a eficiência do material como facilitador do processo ensino-aprendizagem, mesmo quando aplicado a um procedimento fundamentalmente experimental.

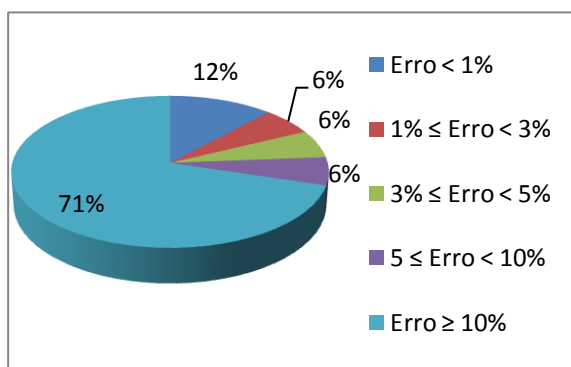


Figura 13 - Porcentagem do erro entre a massa real e a massa encontrada em uma turma de 2007.

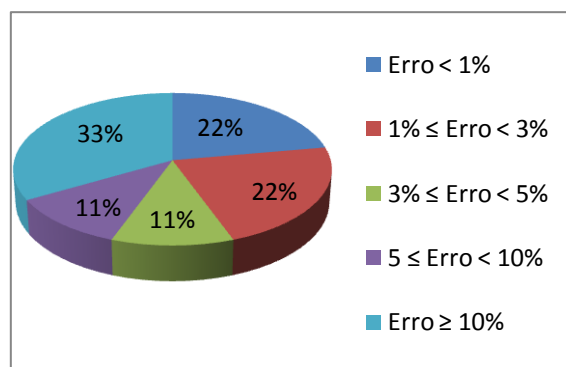


Figura 14 - Porcentagem do erro entre a massa real e a massa encontrada em uma turma de 2010.

Os resultados da avaliação mostraram que o material didático multimídia voltado para o ensino da disciplina de Química Geral Experimental efetivamente auxilia no processo de aprendizagem do aluno iniciante nos cursos de engenharia da EEL-USP. Na maioria dos casos o aluno ingressante não conhece os equipamentos e os procedimentos básicos de um laboratório de química, e a consulta prévia ao material facilita a compreensão do que se espera que ela faça e como ele deve executar a atividade proposta.

É importante salientar que a criação de um material específico para o procedimento a ser executado no laboratório motivou os alunos a consultá-lo previamente, facilitando a construção de um conhecimento duradouro e dinâmico, consolidado com a execução de um experimento no qual ele entende o que está realizando.

4. CONCLUSÕES

O material multimídia desenvolvido na Escola, contendo especificamente o experimento a ser realizado no laboratório, motivou os alunos a consultarem previamente este material;

A consulta prévia melhorou o desempenho dos alunos em relação à parte experimental, tendo reflexos na economia de materiais (menos quebras) e de reagentes (menos repetições causadas por erros de operação);

Essa melhora no desempenho favoreceu a precisão e exatidão dos resultados obtidos, diminuindo a necessidade de repetições e, conseqüentemente, a geração e descarte de resíduos químicos;

Outro efeito interessante foi a melhor compreensão dos conceitos envolvidos no experimento e a sua relação com a parte teórica do curso, apresentado em disciplina separada por outro professor.

Com o uso do material multimídia, o tempo gasto nas aulas práticas é otimizado, levando o aluno a se preocupar menos em o que fazer e mais em por que as coisas são feitas daquela maneira.

Agradecimentos

À Pró-Reitoria de Graduação da USP pelas bolsas de monitoria e do programa Ensinar com Pesquisa, que possibilitaram a criação, aplicação e avaliação do material multimídia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSIS, Wayne Santos; ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, Departamento de Engenharia de Estruturas e Fundações. Utilização de recursos multimídia no ensino de concreto armado e protendido, 2002. 121p, il. Dissertação (Mestrado).

BREZOLIN, João; UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL, Centro Disciplinar de Novas Tecnologias na Educação. Courseware: Material educacional para aprendizado da ciência da computação; 2004. 27p, il. Monografia (Especialização).

COSTA, L. A. Educação em engenharia – Uma nova realidade. **Revista Educ**, Porto Alegre, v.1 n.12, p. 6-11, outubro 2009.

CYSNEIROS, P. G. **Novas tecnologias no cotidiano da escola**. Disponível em: <<http://ntearaguaina.vilabol.uol.com.br/a.htm>> Acesso em 12 mai. 2012.

FOGAÇA, J. V. S.; CAPRI, M. R. Elaboração de um material multimídia voltado para disciplina de Química Geral Experimental II da EEL. In: 17º. Simpósio Internacional de Iniciação Científica da Universidade de São Paulo (SIICUSP), 2009, São Carlos.

HOUAISS, Antônio; VILLAR, Mauro Salles. Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa. Rio de Janeiro: Objetiva, 2001.

LEWIS, C. T.; SHORT, C. A latin dictionary. Oxford: Oxford University Press, 1998.

VALENTE, J. A. **O Computador auxiliando o processo de mudança na escola.** Disponível em: < <http://www.nte-jgs.rct-sc.br/valente.htm> > Acesso em 12 mai. 2012.

• EVALUATION OF THE USE OF MATERIAL MULTIMEDIA AS A TOOL TO SUPPORT TEACHING FOR A EXPERIMENTAL DISCIPLINE IN ENGINEERING COURSES

Abstract: *The goal of this work was to verify the influence of a multimedia teaching material on the teaching-learning process of the first year students of the engineering courses at School of Engineering of Lorena. The multimedia material was prepared specifically for Experimental General Chemistry, involving an experiment of preparation and standardization of solutions. Such unit of study is mandatory for all undergraduate courses offered by the School and has to be attended by all freshmen. The responses of the students to specific questionnaires were analyzed and computed. It was also evaluated the performance of the students in practical testes including those with and without access to the multimedia material. The results showed an increase in the performance of students who had access to material as well as a better understanding of the practical activities and their relation to the theoretical part.*

Keywords: *multimedia courseware, experimental chemistry, engineering, laboratory, evaluation.*