

VANTAGENS DO USO DE SIMULADORES GRÁFICOS NO CURSO DE PROGRAMAÇÃO EM CNC PARA ALUNOS DE ENGENHARIA MECÂNICA

Israel Ferreira Alves,¹ Juliano Schimiguel,² Mauro Sérgio Teixeira de Araújo³

RESUMO

O presente artigo apresenta um estudo comparativo envolvendo alunos do quinto ano do curso de Engenharia Mecânica, na disciplina de Fabricação Assistida por Computador. Buscou-se avaliar o desempenho de dezenove alunos que utilizaram, no desenvolvimento de determinado conteúdo, um programa de simulação e visualização gráfica do processo de usinagem, durante o curso de programação em CNC; em seguida, comparou-se o tempo gasto por esse grupo, em relação ao mesmo número de alunos dessa disciplina, do ano anterior, e que não utilizaram esse recurso para desenvolver o mesmo conteúdo. Foram identificadas diversas vantagens no processo educacional decorrentes da aplicação do simulador gráfico, como: a economia de tempo e recursos necessários para a abordagem de conteúdos específicos e não convencionais; uma maior atenção dos alunos às aulas e uma melhor aprendizagem dos conceitos apresentados; e, ainda, um redimensionamento do tempo gasto em cada tópico previsto no programa da disciplina, permitindo a inclusão de assuntos não previstos inicialmente. Além disso, a possibilidade de se utilizar um simulador gráfico permitiu ao aluno explorar situações virtuais extremas, o que dificilmente seria possível em condições reais.

Palavras-chave: Objetos de aprendizagem; simuladores.

ADVANTAGES OF USING GRAPHIC SIMULATORS IN THE DISCIPLINE OF CNC PROGRAMMING FOR STUDENTS OF MECHANICAL ENGINEERING

ABSTRACT

This paper presents a comparative study involving students in the fifth grade of Mechanical Engineering in the discipline of Computer Aided Manufacturing. We sought to evaluate the performance of nineteen students who used, in the development of certain content, a program for simulation and graphical visualization of the machining process during the CNC programming course. After that, we compared the time spent by this group, in relation to the same number of students of this discipline, from the previous year, and who did not use this issue to develop the same content. We identified several advantages in the educational process of the application of the graphical simulator, such as saving time and resources needed to address specific and unconventional content, greater attention from students to the classes and better learning of the concepts presented, and, moreover, the possibility of using a graphical simulator allowed the learner to explore virtual extreme situations that would hardly be possible in real conditions.

Keywords: Learning objects; simulators.

¹ Especialista e Auxiliar de Ensino, mestrando do Programa de Mestrado e Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Cruzeiro do Sul; israel.alves@cruzeirodosul.edu.br

² Professor Doutor do Programa de Mestrado e Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Cruzeiro do Sul; juliano.schimiguel@cruzeirodosul.edu.br.

³ Professor Doutor do Programa de Mestrado e Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Cruzeiro do Sul; mstaraujo@uol.com.br.

INTRODUÇÃO

Diversas são as necessidades que justificam o estudo e o desenvolvimento de novas maneiras de se aperfeiçoar o processo de ensino e de aprendizagem, de modo a ampliar as possibilidades dos alunos construírem seus conhecimentos. Entre os recursos existentes, merecem destaque principalmente aqueles relacionados ao uso de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), para facilitar e potencializar esse processo. Nesse sentido, Velasco (2010, p. 52) enfatiza que é importante usar a tecnologia a favor de novas metodologias educacionais, “com o objetivo de auxílio e complementação de conteúdos do ensino presencial, de forma a otimizar e melhorar o rendimento acadêmico”.

As TIC oferecem novas possibilidades e soluções para impasses clássicos, como exemplo, a adoção de objetos de aprendizagem para demonstrar fenômenos físicos e químicos, entre outros, com mais facilidade e clareza. Do ponto de vista da aprendizagem, essas ferramentas colaboram para que possam ser abordados conteúdos que, muitas vezes, não poderiam ser ensinados sem elas.

Empresas especializadas em desenvolvimento de *softwares* voltados a treinamento investem cada vez mais recursos em programas que utilizam as teorias de ensino e aprendizagem como forma de aumentar a probabilidade de sucesso de seus programas e métodos, e para tornar esse processo mais ativo e participativo por parte do aprendiz. Muitos desses recursos, vídeos ou programas de rádio e TV, são anteriores à Internet, porém, com a popularização dos computadores, nos anos de 1990, o acesso a esses recursos ficou mais fácil e diversificado.

A seguir, são descritos os resultados educacionais decorrentes da utilização de um objeto de aprendizagem como parte das atividades da disciplina “Fabricação Assistida por Computador”, no primeiro semestre de 2011, envolvendo 19 alunos do 9º semestre de Engenharia Mecânica da Universidade Cruzeiro do Sul, campus São Miguel, visando a abordar a programação de máquinas

operatrizes CNC, com o foco voltado ao processo de torneamento.

Tradicionalmente, o ensino dessa disciplina é feito com aulas descritivas e práticas laboratoriais, com base em fluxogramas de operações, descrição de operações e transcrição para a linguagem CNC. O uso de simuladores é pouco difundido, pois, em geral, esses *softwares* são desenvolvidos para cada equipamento, tornando o curso mais um treinamento para um caso em particular do que um tópico de uma matéria, o que não é a intenção da disciplina. A utilização de **objetos de aprendizagem** nessa disciplina tem como principal função a de ser um recurso complementar à aprendizagem, como organizador prévio de conceitos, e não como substituto dos métodos tradicionais. Portanto, acredita-se que o uso adequado dos computadores é capaz de permitir uma maior interação entre alunos, professores e o conteúdo das disciplinas, complementando as abordagens tradicionais, devendo-se, entretanto, evitar que o uso desses recursos seja transformado em um simples *prolongamento do ensino tradicional* (FIOLHAIS, TRINDADE, 2003).

O **objeto de aprendizagem** utilizado neste trabalho foi o *Software de Treinamento Win Train CNC*, desenvolvido pela empresa Emco Tecnologien, e vendido juntamente com as máquinas operatrizes CNC. Os alunos que participaram do estudo já haviam participado anteriormente das disciplinas Processos de Fabricação I e II, no 5º e no 6º semestre da grade curricular, quando tiveram contato com máquinas operatrizes convencionais e conceitos de usinagem. Essa disciplina serviu como elemento nivelador da turma, já que nem todos os alunos haviam tido contato prévio com os temas abordados.

Wiley (2001) define objeto de aprendizagem como “qualquer recurso digital que possa ser utilizado como suporte ao ensino”, e, nesse sentido, o uso de um programa que permita a visualização dos efeitos e fenômenos que acontecem durante o

processo de usinagem de uma peça pode ser considerado um objeto de aprendizagem.

JUSTIFICATIVA

As empresas e instituições de ensino procuram alternativas para otimizar o tempo gasto com treinamento e reduzir custos com a formação profissional de seus funcionários e alunos, e, para isso, recorrem a ferramentas que ajudem a melhorar e eficiência desses treinamentos e dos cursos oferecidos.

Diante de tal cenário, julga-se oportuno estabelecer uma metodologia de ensino e de aprendizagem que esteja apoiada na Teoria de Aprendizagem Significativa, proposta e disseminada por importantes autores como Ausubel, Novak e Moreira, visando a desenvolver ferramentas que possam potencializar o processo cognitivo dos estudantes. Resende (2001) alega que devem ser oportunizadas condições favoráveis para que os estudantes sejam auxiliados a reestruturar e reorganizar os seus conceitos, possibilitando, com isso, a realização de um processo de auto-reflexão e o estabelecimento de relações entre os conceitos abordados e os fenômenos observados em sua vida (NOGUEIRA, 2000).

Cabe destacar que há alguns aspectos relacionados às deficiências na aprendizagem dos alunos que devem ser identificadas, como os estilos de estudo e aprendizagem que são característicos de cada turma, curso e faixa etária. Assim, é importante valorizar as habilidades individuais, buscando sempre dar importância à motivação e ao interesse dos estudantes na construção de novos conhecimentos, particularmente com o uso de estratégias adequadas e de recursos das TIC, que devem ser empregados de forma apropriada, pois, em geral, só se aprende algo novo quando se percebe a necessidade e a relevância do tema abordado. Nesse processo, deve-se valorizar o estudante como pessoa, de modo que suas ideias, sentimentos e a sua cultura sejam respeitados e levados em consideração nas atividades desenvolvidas.

Sendo assim, integrar o universo de conhecimentos dos alunos, buscando nas suas experiências pessoais e profissionais ligações com o que está sendo ensinado, é uma condição que tende a favorecer imensamente a aprendizagem dos novos conteúdos trabalhados.

Permitir aos alunos entrar em contato com situações concretas e práticas conectadas com a sua realidade é um aspecto que amplia as possibilidades de que venham a participar das aulas e atividades propostas, quando, então, poderão formular hipóteses e questões que serão indicadores claros de sua motivação na construção de novos saberes.

Nessa perspectiva, de ampliação da motivação, interação e aprendizagem, acredita-se ser necessário estabelecer uma metodologia de ensino capaz de atender aos elementos acima descritos, o que poderá ser alcançado por meio de ações balizadas pelo que estabelece a teoria da Aprendizagem Significativa, de Ausubel.

A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE AUSUBEL

Os modelos construtivistas abordados por Piaget enfatizam o desenvolvimento do novo conhecimento estruturado pelos estudantes, através de processos de construção ativa que vinculam esse novo conhecimento ao conhecimento prévio (GOOD, BROPHY, 1997, p. 156). Nesse processo, o aprendiz deve participar efetivamente das atividades destinadas à organização e aquisição das informações, desenvolvendo a capacidade de relacioná-las com conhecimentos prévios sobre o assunto abordado, conferindo novos significados a eles.

Ausubel e colaboradores (1980, p. 32) afirmam que a aprendizagem significativa “implica a aquisição de novos conhecimentos”, enquanto Moreira e Buchweitz (1989, p. 20) ressaltam que essa modalidade de aprendizagem “ocorre quando a nova informação se fixa em conceitos relevantes preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz”, sendo esses conceitos denominados subsunçores.

Desse modo, a teoria da aprendizagem de Ausubel propõe que os conhecimentos prévios dos alunos sejam valorizados, de modo que os estudantes se apoiem neles para construir e ampliar suas estruturas mentais. Para isso, o uso de mapas conceituais pode servir de ferramenta auxiliar para que articulem suas ideias, relacionem conceitos e ampliem seus conhecimentos, tornando a aprendizagem mais prazerosa e eficaz (PELIZARI, 2008).

As ideias de Ausubel (1980) se caracterizam por basearem-se em uma reflexão específica sobre a aprendizagem e o ensino, sobre a disposição que o aluno deve ter para aprender, e sobre como o conteúdo a ser aprendido necessita ser potencialmente significativo para o aluno, facilitando, com isso, que ocorram interações desse novo conteúdo com informações e conceitos já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz.

Desse modo, o que será apresentado à sua estrutura cognitiva passa a ter um significado. O contato com situações concretas e vinculadas com a realidade do aluno também deve ser valorizado para que, assim, o mesmo tenha o seu interesse despertado no sentido de interagir com o novo conhecimento, atribuindo-lhe significado em um processo de ensino e aprendizagem centrado no estudante.

Segundo a teoria de Ausubel, a aprendizagem significativa apresenta vantagens sobre as técnicas memorísticas tradicionais, devendo ser buscadas maneiras apropriadas que facilitem e promovam essa forma de aprendizagem, conforme também assevera Masini (1999, p. 13) ao defender o uso de recursos capazes de proporcionar a aprendizagem do estudante:

O problema, pois, da aprendizagem em sala de aula constituir-se-á da utilização de recursos que facilitem a passagem da estrutura de conceitos da disciplina para a estrutura cognitiva do aluno, tornando o material significativo.

O USO DE MAPAS CONCEITUAIS NA ESTRUTURAÇÃO DA DISCIPLINA

Os mapas conceituais foram desenvolvidos no início da década de 1970, por Joseph Donald Novak, na Universidade de Cornell, sendo baseados na psicologia da aprendizagem significativa de David Ausubel, e constituem ferramentas gráficas, conforme exemplo mostrado na Figura 1, semelhantes a fluxogramas, que são utilizados para representar e organizar conceitos de forma hierárquica, formando um mapa.

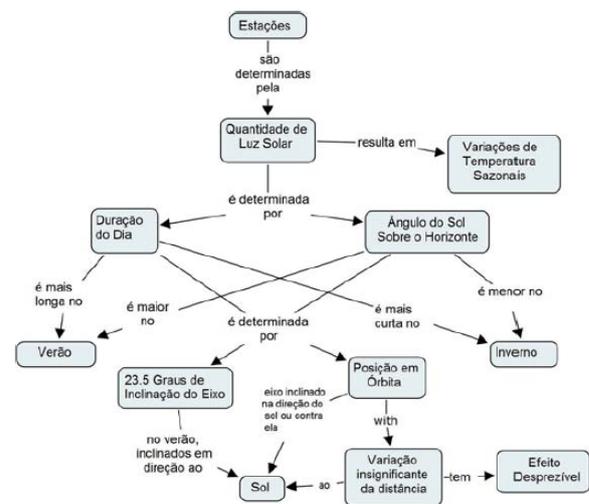


Figura 1 – Uma representação da estrutura de conhecimento necessária para a compreensão de por que existem as estações do ano. Fonte: Novak; Cañas, 2010.

A Figura 2 apresenta um esquema simplificado da estrutura de conceitos e processos necessários para o desenvolvimento da disciplina “Fabricação Assistida por Computador”, do curso de Engenharia Mecânica. Esse mapa foi utilizado pelo professor para eleger e organizar os principais conteúdos a serem abordados durante o semestre letivo.



Figura 2 – Estrutura de conceitos e processos envolvidos na disciplina “Fabricação Assistida por Computador”.

Apesar de, neste trabalho, não ter sido solicitado aos alunos que construíssem mapas sobre os conceitos adquiridos, os mapas conceituais podem ser aplicados como parte do processo de avaliação da construção do conhecimento, permitindo identificar conceitos errados ou lacunas na aprendizagem dos alunos. Particularmente no caso deste trabalho, os mapas conceituais foram utilizados como um recurso de gerenciamento e planejamento do transcurso das aulas, já que a interdependência entre conceitos físicos e de usinagem deve obedecer a uma hierarquia e a uma sequência de apresentação para os alunos.

DIFICULDADES ENVOLVIDAS NO USO DOS RECURSOS COMPUTACIONAIS NAS ATIVIDADES DE ENSINO

Ainda que as ferramentas computacionais apresentem grande potencial para serem utilizadas nos ambientes educacionais, deve-se considerar que persistem dificuldades e obstáculos que limitam o seu emprego em escala mais ampla nas atividades de ensino. Entre esses problemas, destaca-se o fato de que parte significativa dos professores apresenta pouco contato com esses recursos, sejam eles representados pelo uso de simuladores ou mesmo em atividades que envolvem o acesso à Internet (CAVALCANTE, PIFFER, NAKAMURA, 2001).

Portanto, entre os diversos desafios que atualmente precisam ser enfrentados nas escolas, pelos educadores, merece destaque a

necessidade de se aprender a utilizar e aperfeiçoar o uso que já é feito das novas tecnologias, de modo a estimular a aprendizagem dos estudantes, em uma perspectiva de favorecimento de um processo efetivamente significativo, inovador e empreendedor, satisfazendo, na medida do possível, os interesses e as necessidades cotidianas e profissionais dos alunos. Para isso, os professores devem transpor a distância que os separa das tecnologias, dominar e desenvolver técnicas que permitam extrair o máximo possível do potencial que estas oferecem.

Acredita-se que o computador, quando adequadamente utilizado, seja capaz de possibilitar o desenvolvimento de habilidades básicas que envolvam aspectos práticos, constituindo uma excelente alternativa aos livros didáticos normalmente empregados. Além disso, a nova dinâmica de aula, envolvendo os recursos das TIC, tende a ampliar a liberdade dos professores para intervirem no espaço de aprendizagem (MEDEIROS e MEDEIROS, 2002).

Desse modo, Medeiros e Medeiros (2002) destacam que é importante que seja analisada a aplicabilidade dos diferentes recursos computacionais para que o seu uso possibilite o efetivo alcance dos resultados desejados, havendo, contudo, a necessidade de um adequado preparo dos professores para que isso ocorra (2002). Particularmente no caso das simulações computacionais, esses mesmos autores defendem que é preciso garantir a qualidade do *software* e evitar que os alunos construam conceitos errados, uma vez que um *software* de adequada qualidade pode contribuir para que os estudantes analisem situações que não são observáveis no seu dia-a-dia, sendo ainda útil nas situações em que o estudo prático dos fenômenos se apresenta difícil ou mesmo muito dispendioso para ser realizado em laboratórios convencionais.

Considerando o uso de simulações, objeto deste estudo, há pesquisas que as consideram o modo mais utilizado dos computadores no ensino de conceitos

científicos (ROSA, 1995). Entretanto, visto que as simulações muitas vezes apresentam apenas simplificações da realidade, cabe ao professor buscar meios de contornar as naturais limitações desse recurso. Além disso, ao se utilizar os recursos das TIC, é importante identificar aspectos relacionados com os resultados obtidos, o que pode ser facilitado pela existência de um projeto educacional apoiado em uma teoria de aprendizagem que ofereça o devido suporte (MEDEIROS, MEDEIROS, 2002).

O USO DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM NA DISCIPLINA DE FABRICAÇÃO ASSISTIDA POR COMPUTADOR

Neste trabalho, busca-se comparar os resultados de desenvolvimento da disciplina “Fabricação Assistida por Computador”, ministrada em 2010, tendo como base aulas expositivas, exercícios de fixação e vivência no laboratório, operando diretamente a máquina CNC, com o desenvolvimento da mesma disciplina na turma de 2011, que teve como diferencial a utilização do *software* Win Train CNC como ferramenta de apoio às aulas.

Na análise das contribuições do uso desse simulador gráfico, serão empregados dois tipos de parâmetros, um relacionado com o rendimento médio das notas alcançadas pelos alunos no semestre letivo, e o outro relacionado com o tempo gasto para apresentar todo o conteúdo programado para essa disciplina, estando mais diretamente associado com as características do processo de ensino. Esses parâmetros se justificam na medida em que os investimentos em *softwares* educacionais e treinamentos devem proporcionar à instituição de ensino e aos departamentos específicos algumas vantagens concretas. Porém, quando analisamos o período ou a quantidade de horas gastas para apresentar todo o conteúdo programado para a disciplina, os ganhos são da ordem de 13,3%, reduzindo de 15 semanas em 2010 para 13 semanas em 2011, o que pode ser considerado uma vantagem expressiva, de natureza pedagógica,

para a disciplina, pois que possibilita ao docente inserir tópicos complementares ou mesmo aprofundar as abordagens dos conceitos já previstos, contribuindo para uma melhor formação dos estudantes.

Esses fatores pedagógicos foram analisados concomitantemente com a necessidade de realização de investimentos em *softwares* educacionais e treinamentos, pois podem indicar vantagens concretas para as instituições de ensino e departamentos específicos que planejam adquirir estes programas.

Durante o ano letivo de 2010, observou-se que alguns alunos do curso de Engenharia Mecânica não assimilavam corretamente os conceitos abordados ou possuíam conceitos errados acerca dos efeitos e fenômenos contemplados pela disciplina. Isso provavelmente se deve à falta de vivência do aluno na área de usinagem, nos anos iniciais do curso, visto que o enfoque principal era direcionado à automação industrial e não para a manufatura em si. Dificuldades de aquisição de conceitos científicos e problemas relacionados à aprendizagem de estudantes de cursos de engenharia já foram apontados por outros pesquisadores (BARBETA, YAMAMOTO, 2002), caracterizando um contexto que motivou o desenvolvimento deste trabalho.

A proposta da disciplina é propiciar aos alunos situações e casos reais, a partir dos quais se procura proporcionar a observação de fenômenos inerentes aos processos de usinagem, como, por exemplo, a influência da velocidade de corte no tempo total de usinagem de uma peça, o que pode ser demonstrado matematicamente através de equações simples, mas, quando se observa graficamente no simulador, torna a experiência mais rica e significativa para o aluno.

Portanto, o objetivo central foi investigar quais são as contribuições decorrentes do uso do simulador gráfico como facilitador da aprendizagem dos estudantes e como elemento organizador dos conceitos abordados.

METODOLOGIA DO TRABALHO

O estudo aqui descrito foi executado aplicando o *software* de treinamento Win Train a um grupo de 19 alunos pertencentes à turma regular do 9º semestre de Engenharia Mecânica, na disciplina “Fabricação Assistida por Computador”, no ano de 2011. O grupo observado apresentava um perfil profissional caracterizado tanto por alunos com formação técnica em mecânica, quanto por alunos que nunca tiveram contato anterior com a área de CNC ou usinagem, senão no curso de graduação, consistindo um subgrupo de um total de 78 alunos matriculados na disciplina, mas que, em decorrência de espaço de acomodação disponível no laboratório precisou ser dividido em quatro grupos, sendo dois grupos com 19 alunos e 2 grupos com 20 alunos. As aulas foram ministradas no Laboratório de Manufatura, integrante do Centro de Tecnologia destinado a alunos de Engenharia. Na ocasião do experimento, esse laboratório possuía 30 computadores e capacidade para 40 alunos.

A primeira aula do semestre foi dedicada a aspectos gerais da disciplina e sua relação com as demais disciplinas curso, as diretrizes e discussões sobre as metodologias que seriam aplicadas ao longo do semestre, além de apresentar o *software* como ferramenta auxiliar, sem, no entanto, abordar conceitos técnicos e tecnológicos da disciplina.

A segunda aula foi utilizada para complementar a apresentação dos recursos oferecidos pelo *software*, com a demonstração dos menus e ícones, as telas de conceitos e os recursos de avaliação e, posteriormente, o simulador, visando a ampliar a familiarização dos estudantes com o mesmo. Aproveitando a aula, também foram expostos os conceitos iniciais a respeito de usinagem dos materiais e mostrados vídeos sobre diversos processos de usinagem, fundamentos de metrologia e conceitos de qualidade. Todos os vídeos apresentados foram extraídos do *software* Win Train CNC, que possui, além desses citados, simuladores e gráficos. A Figura 3 traz a tela

inicial do *software*, mostrando um processo de torneamento longitudinal.

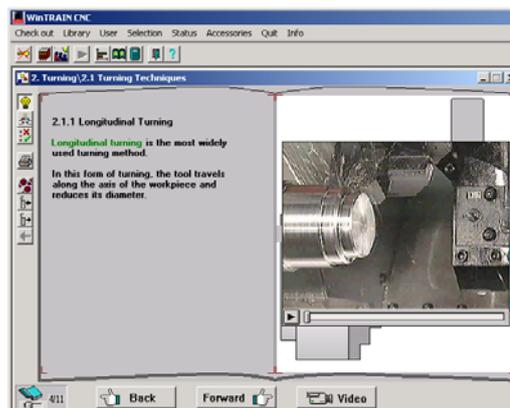


Figura 3 – Tela inicial do *software* Win Train CNC, ilustrando o processo de torneamento longitudinal.

Os vídeos utilizados mostram uma série de processos que compõem a fabricação de um produto convencional, como a operação de furação, fresamento e operações de torneamento (interno e externo, longitudinal, transversal, etc.). A Figura 4 mostra uma imagem do simulador gráfico em que é demonstrado o processo de torneamento de um objeto envolvendo geometrias complexas.

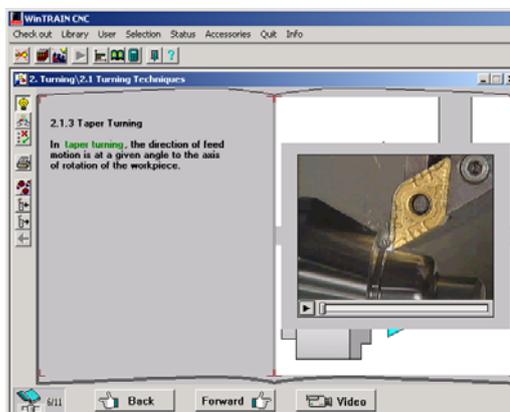


Figura 4 – Vídeo demonstrando o processo de torneamento envolvendo geometrias complexas.

Após a apresentação dos vídeos demonstrativos, o professor realizou uma revisão geral sobre todos os processos vistos, suas aplicações e definições. Os alunos foram, então, questionados acerca de suas principais dificuldades no uso do simulador e sobre quais eram suas maiores dúvidas a respeito de processos de fabricação e usinagem em geral, buscando-se elementos para redirecionar as ações da revisão acerca do que foi apresentado

e, com isso, sanar as dúvidas, sendo ainda apresentadas soluções alternativas pelo professor e também por alunos que já vivenciaram problemas reais semelhantes.

Dessa etapa em diante, os alunos foram estimulados a interagir com o simulador, variando parâmetros de usinagem dentro de faixas aceitáveis e observando os efeitos e resultados de suas interações, de acordo com as opções do *software* disponíveis para cada etapa. Os alunos também foram estimulados a discutir quais temas abordados nas aulas eram mais interessantes individualmente ou que estavam mais vinculados com a realidade vivenciada em seus ambientes de trabalho, além de apresentar seus conceitos e percepções sobre o que estava sendo discutido na disciplina. A maioria das respostas estava relacionada com conceitos de qualidade e aplicabilidade das máquinas CNC.

Essa interação entre o professor e os alunos objetivou estimular um desenvolvimento cognitivo mais eficiente nos estudantes, tendo em vista que, segundo as teorias de aprendizagem significativas, o aprendiz necessita ter experiências pessoais e individuais ao acessar conteúdos didáticos (TAVARES, 2003). A Figura 5 ilustra a utilização do simulador gráfico no desenvolvimento de exercícios de aplicação com os alunos, buscando contribuir para a sua aprendizagem conceitual.

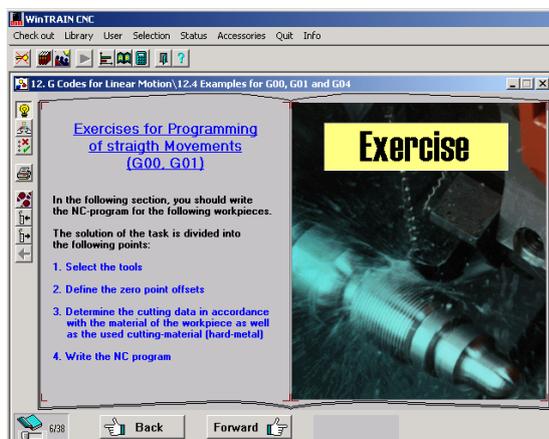


Figura 5 – Utilização do simulador gráfico no desenvolvimento de exercícios de aplicação.

No final do semestre, foi planejada e desenvolvida uma atividade em grupo, visando à fixação dos conteúdos abordados. Essa atividade envolvia uma situação-problema trazida por um aluno de outra turma e apresentada no início do semestre, abordando os conceitos previstos na disciplina, mas que, naquele momento inicial, nenhum dos alunos conhecia a solução. De acordo com a teoria de Ausubel, a melhor forma de avaliar se o conteúdo assimilado pelo aluno foi significativo é submetendo esse aluno a problemas e situações não familiares, e que exijam dele uma reflexão acerca do conteúdo exposto.

RESULTADOS OBTIDOS

Considerando que o perfil médio dos alunos da turma de 2011 é muito semelhante ao da turma de 2010, pois não foi feito nenhum tipo de seleção dos alunos observados, e levando-se em consideração que o número de alunos que possuía experiência na área de usinagem em ambas as turmas era semelhante, podemos observar que o uso do programa Win Train CNC proporcionou uma economia de 6 horas/aula durante o semestre, possibilitando a reprogramação de três semanas de aula, tendo em vista que a disciplina é ministrada com 2 horas/aulas por semana. Das 6 aulas remanescentes, 2 aulas foram utilizadas para apresentar conceitos de qualidade e metrologia que não estavam previstos no programa da disciplina, embora estivesse previsto no currículo do curso. As 4 aulas remanescentes foram utilizadas para resolver os problemas propostos, possibilitando um aprofundamento da aprendizagem dos estudantes.

Outro fator observado é que o *software* utilizado permitiu uma fácil aprendizagem de seus recursos, por parte dos alunos, aspecto fundamental a ser considerado na adoção do objeto de aprendizagem. Desse modo, o tempo despendido na etapa de familiarização com o *software* foi facilmente recuperado na apresentação dos conteúdos previstos na disciplina.

A aprendizagem foi avaliada por meio dos exercícios aplicados e dos problemas apresentados aos alunos da turma de 2011, propositadamente semelhantes aos apresentados na turma de 2010, permitindo comparar o rendimento das duas turmas. Nesse sentido, ambas as turmas apresentaram rendimento bastante semelhante nas médias, sendo observado um valor de 7,07 para os alunos de 2010 e 7,15 para a turma de 2011. É importante destacar que os exercícios propostos eram dimensionados para as turmas que tiveram apenas a abordagem tradicional.

Quanto à frequência no laboratório, não houve variações entre os grupos analisados durante o horário de aula, porém, parte dos alunos da turma de 2011 passou a frequentar mais o laboratório de manufatura fora do horário de aula, para utilizar o simulador, inclusive mostrando interesse em ter o *software* em seus computadores pessoais.

A resolução dos exercícios propostos foi alcançada por grande parte dos alunos, no fim do semestre, sendo essa atividade proposta para ser realizada sem a utilização do simulador gráfico, permitindo concluir que a maioria dos estudantes observados conseguiu se apropriar dos conceitos abordados, condição básica para validar o uso do objeto de aprendizagem.

Cabe destacar que o uso desse recurso computacional na disciplina “Fabricação Assistida por Computador” permitiu um redimensionamento do tempo gasto em cada tópico previsto no programa da disciplina, abrindo caminho para a inclusão de assuntos que não estavam previstos inicialmente, como conceitos de metrologia, tópicos de qualidade e estudo de casos. Podemos afirmar com isso que o tempo remanescente proporcionado pelo uso do *software* ao longo do semestre permitiu ampliar a formação oferecida aos alunos do curso de Engenharia Mecânica envolvidos nesta investigação.

O Quadro 1 mostra, comparativamente, a evolução dos conteúdos abordados na disciplina nos anos de 2010 e 2011,

fornecendo o tempo gasto com cada tópico explorado.

Quadro 1 – Cronograma de apresentação de conteúdos e atividades em 2010 e 2011.

CONTEÚDO ABORDADO	Semana (2010)	Semana (2011)
Apresentação da disciplina, plano de ensino, objetivos, estratégias e conteúdo.	1	1
Introdução ao <i>software</i> Win Train CNC.	-	1
Fabricação de peças através de Comando Numérico Computadorizado (CNC), aula introdutória, revisão de conceitos de usinagem.	2	2
	3	3
Conceitos de metrologia e tópicos de qualidade.	-	4
Sistemas de coordenadas, pontos de referência, tipos de sistemas de coordenadas, aplicações.	4	5
	5	
Funções de Programação; sequência didática para programação, programação verbal, exercícios.	6	6
	7	7
Avaliação.	8	8
Comandos básicos, tipos de trajetórias, preparação da máquina, processos de torneamento.	9	9
	10	
Exercícios básicos.	11	10
Ciclos de contorno (desbaste e acabamento), ciclos de furação, generalidades.	12	11
	13	
Rotinas e subprogramas.	14	12
Exercícios propostos.	15	13
Estudo de casos.	-	14
		15
Avaliação.	16	16

Além da possibilidade de abordar conteúdos complementares, inicialmente não previstos na disciplina, na 14^a e 15^a semanas, podemos gerenciar atividades individuais e em grupo, destinadas à fixação do conteúdo e ampliação da aprendizagem, como exercícios e soluções de problemas, ou até mesmo rever e discutir o Plano de Ensino da disciplina, visando a incorporar outros conteúdos na sua ementa.

CONCLUSÕES

O trabalho desenvolvido permitiu concluir que o uso de um objeto de aprendizagem, mais especificamente o *software* Win Train CNC, influencia grandemente no tempo despendido para apresentação e assimilação dos conteúdos específicos da área de programação CNC e manufatura em geral. O Quadro 1 mostra claramente que, para determinada atividade, a eficiência do *software* supera consideravelmente os resultados obtidos por meio de métodos tradicionais de apresentação desses conteúdos.

Podemos afirmar que o uso de animações, vídeos e simulações permite economizar tempo e recursos quando se trata de conteúdos específicos e não convencionais, garantindo, ainda, um maior envolvimento dos estudantes, que passam a apresentar maior atenção e interesse pelos conteúdos apresentados. Além disso, a possibilidade de se utilizar um simulador gráfico permite ao aluno explorar situações virtuais extremas, que dificilmente ele teria condições de realizar em condições reais, contribuindo para a sua efetiva aprendizagem. Esses aspectos motivacionais e cognitivos salientam a relevância de se empregar recursos computacionais como ferramentas de apoio aos processos de ensino e de aprendizagem, o que é destacado por Velasco (2010, p. 54), ao afirmar que, desse modo,

a informática não pode ser vista como um apêndice no processo educativo, mas, sim, como um elemento integrador e enriquecedor do currículo, que proporciona interdisciplinaridade, envolvendo várias áreas e processos, levando o estudante a participar ativamente na aquisição do conhecimento.

A redistribuição de tempo destinado aos diferentes tópicos e o uso a ser dado às aulas remanescentes devem ser analisados, planejando-se atividades que permitam uma maior reflexão por parte dos alunos, favorecendo a construção de novos significados. A escolha do *software* ou do objeto de aprendizagem deve levar em consideração o

período de tempo gasto com o aprendizado do uso do próprio *software*, pois o objetivo principal da disciplina não é apenas ensinar os alunos a manipular esse recurso de informática, mas sim permitir que se apropriem de conhecimentos que ele tem a oferecer.

Com relação à motivação, alguns alunos demonstraram interesse em possuir o simulador em seus computadores pessoais ou buscar ferramentas gratuitas semelhantes para continuar praticando, mesmo fora do ambiente escolar, pois o *software* utilizado não é de uso livre. Isso demonstra que esses alunos continuam motivados a explorar conteúdos específicos da área de manufatura e buscar novas experiências, mesmo após o término da disciplina.

Podemos afirmar que os diversos modos de utilização do computador facilitam a diversificação das estratégias de ensino, buscando aperfeiçoar o aprendizado, além de possibilitar um aprofundamento mais significativo dos conteúdos. Entretanto, devemos enfatizar que somente a tecnologia não é por si só suficiente para promover a aprendizagem pelos estudantes, visto que é necessário contar com o apoio de um professor devidamente capacitado para o uso das tecnologias (FIOLHAIS, TRINDADE, 2003). Nesse sentido, embora ainda haja dificuldade ou mesmo resistência por parte de alguns professores em relação ao uso das tecnologias computacionais como recurso auxiliar de ensino, é preciso que se adote uma postura de coragem para enfrentar os novos desafios que se apresentam nos ambientes educacionais (CAVALCANTE, TAVOLARO, 2000).

Por fim, ressaltamos que, a partir de uma clara definição dos objetivos educacionais estabelecidos *a priori*, torna-se mais fácil utilizar as ferramentas computacionais, possibilitando que os alunos compreendam os conceitos abordados em um processo caracterizado pelo seu envolvimento nas ações propostas, nas quais participa e interage livremente, construindo novos conhecimentos por meio da discussão e reflexão, o que lhes

permite reestruturar amplamente o seu pensamento e a sua capacidade de ação.

REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, David Paul; NOVAK, Joseph e HANESIAN, Helen. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- BARBETA, V. B.; YAMAMOTO, I. Dificuldades conceituais em Física apresentadas por alunos ingressantes em um curso de engenharia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 24, n. 3, p. 324-341, 2002.
- CASSANIGA, F. A. **Fácil programação do controle numérico**. Sorocaba: F. a C. Produções Eitoriais, 2000.
- CAVALCANTE, M. A.; PIFFER, A., NAKAMURA, P. O uso da Internet na compreensão de temas de física moderna para o ensino médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 23, n. 1, p. 108-112, 2001.
- CAVALCANTE, M. A.; TAVOLARO, C. R. Projete você mesmo Experimentos Assistidos por Computador. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 22, n. 3, p. 421-425, 2000.
- FIOLHAIS, C.; TRINDADE, J. Física no computador: o computador como uma ferramenta no ensino e na aprendizagem das ciências físicas. **Revista Brasileira do Ensino da Física**, v. 25, n. 3, p. 259-272, 2003.
- GOOD, T.; BROPHY, J. **Psicología educativa contemporánea**. 5. ed.. Mexico: Mc. Graw Hill/Interamericana Editores, S. A. 1997.
- LITTO, F. Formiga, M. **Educação a distância: o estado da arte**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 461 p., 2009.
- MASINI, E. F. S. **Aprendizagem totalizante**. Editora Mackenzie, São Paulo, 1999.
- MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F. Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino da física. **Revista Brasileira do Ensino da Física**, v. 24, n. 2, p. 77-86, 2002.
- MOREIRA, M. A.; BUCHWEITZ, B. **Novas estratégias de ensino e aprendizagem**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas Portugal, 1989.
- NOGUEIRA, J. S. *et al.* Utilização do computador como instrumento de ensino: uma perspectiva de aprendizagem significativa. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 22, n. 4, p. 517-522, 2000.
- NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. **A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los**. Ponta Grossa: Práxis Educativa, v. 5, n. 1, p. 9-29, jan./jun., 2010. Disponível em <<http://www.periodicos.uepg.br>>.
- PALINCSAR, A. Sullivan. Social constructivist perspectives on teaching and learning. **Educational Studies**, University of Michigan, 1998.
- PELIZZARI, Adriana *et al.* Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. **Rev. PEC**, v. 2, Curitiba, 2008.
- RESENDE, F. Desenvolvimento e avaliação de um sistema hipermídia para facilitar a reestruturação conceitual em mecânica básica. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 18, n. 2, p. 197-213, 2001.
- ROSA, P. R. S. O uso de computadores no ensino de física. Parte I: Potencialidades e uso real. **Revista Brasileira do Ensino da Física**, v. 17, n. 2, p. 182-195, 1995.
- TAVARES, Romero. Aprendizagem significativa. **Revista Conceitos**, p. 55-60. 2003.
- VELASCO, Angela Dias. Um ambiente multimídia na área de expressão gráfica básica para engenharia. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 29, n. 1, p. 51-64, 2010.
- WILEY, D. A. Connecting learning objects to instructional design theory: a definition a metaphor, and a taxonomy. 2001. Disponível em: <<http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc>>. Acesso em 21 fev. 2012.

DADOS DOS AUTORES



Israel Ferreira Alves, Tecnólogo em Projetos – Modalidade Mecânica (1997), Tecnólogo em Processos de Produção – Modalidade Mecânica (2000), ambas pela Faculdade de Tecnologia de São Paulo – FATEC-SP. Especialista em Docência no Ensino Superior pela Universidade Cruzeiro do Sul. Local de trabalho: Universidade Cruzeiro do Sul, atividades: Supervisor Técnico de Laboratório, Auxiliar de Ensino, áreas de atuação: Engenharia Mecânica e Engenharia de Produção. Mestrando do Programa de Mestrado e Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Cruzeiro do Sul. Endereço postal: R. Dr. Renato da Costa Bonfim, 212 CEP 03805-100, e-mail: israel-falves@gmail.com.



Juliano Schimiguel, Professor Doutor do Programa de Mestrado e Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Cruzeiro do Sul, email: juliano.schimiguel@cruzeirosul.edu.br. Títulos: Bacharelado em Informática pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (1999), Mestrado (2002) e Doutorado (2006) em Ciência da Computação, pela Unicamp. Local de Trabalho: Universidade Cruzeiro do Sul. Atividades: Editor Chefe da Revista *REnCiMa*, Coordenador do NUTTEC, Coordenador da Pós-Graduação *Lato Sensu* do MBIS e da Engenharia de *Websites*. Prêmios: Top Papers CIESC2009 Conference and inviting to submit paper for a Special Edition of the CLEI Electronic Journal, Mérito Acadêmico pela excelente avaliação docente obtida em 2008, na Universidade Cruzeiro do Sul, Professor orientador de aluno, 5º lugar entre os Students Partners Microsoft, na América Latina (2008), Membro do CONSEPE-UNICSUL, Professor Representante do CETEC (2007), Professor Orientador em Célula Acadêmica Microsoft, 4º lugar entre as mais ativas no Brasil (2006), The Top 10 Most Popular Papers from ACM's Refereed Journals and Conference Proceedings Downloaded in April, 2006. Áreas: Ambientes Virtuais de Ensino-Aprendizagem, Objetos de Aprendizagem, TICs Aplicadas no Ensino-Aprendizagem, Jogos Educativos.



Mauro Sérgio Teixeira de Araújo, Professor Doutor do Programa de Mestrado e Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Cruzeiro do Sul, email: mstaraujo@uol.com.br. Títulos: Bacharel (1988) e Licenciado (1996) em Física pelo Instituto de Física da USP. Mestre (1991) e Doutor (1997) em Ciências pelo Instituto de Física da USP. Local de trabalho: Universidade Cruzeiro do Sul. Atividades: Membro do Conselho Editorial da Revista *REnCiMa*, Coordenador da Pós-Graduação *Lato Sensu* Ensino de Matemática, modalidades presencial e a distância. Membro da Comissão Própria de Avaliação (CPA) e do Grupo de Apoio à Avaliação Institucional (GAAVI). Áreas: Metodologias e estratégias de ensino de Física e Matemática, utilização de abordagens temáticas e do enfoque CTS/CTSA, elementos de Educação Ambiental e educação voltada à cidadania.