

## UMA AVALIAÇÃO TEÓRICO-CONCEITUAL DE ESTRATÉGIA PEDAGÓGICA APLICADA NO ENSINO DE ENGENHARIA

### *A THEORETICAL/CONCEPTUAL ASSESSMENT OF A PEDAGOGIC STRATEGY APPLIED TO ENGINEERING EDUCATION*

**Márcia de Andrade Pereira<sup>1</sup>**

Universidade Federal do Paraná, Paraná

**Antônio Néson Rodrigues da Silva<sup>2</sup>**

USP/Escola de Engenharia de São Carlos, São Paulo

#### **Resumo**

Materiais instrucionais podem ter importante papel no processo de ensino-aprendizagem, mas devem necessariamente seguir referenciais pedagógicos bem fundamentados, e não apenas se valer das possibilidades tecnológicas existentes. Com base nesse argumento, o objetivo deste trabalho é verificar se as alternativas utilizadas em uma experiência pedagógica realizada em um curso de engenharia civil atendem a requisitos teórico-conceituais posteriormente definidos para esse fim em estudo específico. A análise detalhada do material elaborado com a proposta explícita de atingir a todos os tipos de estudantes (Modelo de Kolb) e estilos de aprendizagem (Modelo de Felder e Silverman) demonstrou que o mesmo conseguiu atender de forma satisfatória também à avaliação segundo a Taxonomia de Bloom revisada. Atingiu, portanto, os três estágios de aprendizagem almejados, o que, em tese, resulta em um desenvolvimento cognitivo idealizado para o processo de ensino-aprendizagem.

Palavras-chave: ensino de engenharia, materiais instrucionais, processo de ensino-aprendizagem.

#### **Abstract**

*Instructional material can play an important role in the teaching-learning process. However, they must follow sound pedagogic concepts and theories and not only make use of the available technological advances. Based on that, the objective of this work is to confirm if the alternatives used in the development of a pedagogic experience carried out in a civil engineering course meet the theoretical and conceptual requirements later defined in another study specifically conducted with that purpose. A detailed analysis of the material originally developed was done. The results showed it reached all student types (as defined in Kolb's model) and learning styles (as defined by Felder and Silverman). Therefore, it met the goals initially stated. In addition, the evaluation of the material was also satisfactory when examined under the revised Bloom's taxonomy. As a consequence, it reached the three aimed learning stages, what results in the idealized cognitive development for the teaching-learning process.*

*Key words: engineering education, instructional material, teaching-learning process.*

---

<sup>1</sup> marcia\_pereira@ufpr.br

<sup>2</sup> anelson@sc.usp.br

## **1. Introdução**

Desde o final do século passado as informações invadem cada vez mais a rotina das pessoas e tornam-se acessíveis em níveis diferentes da sociedade. Circulam com grande velocidade devido aos avanços da telefonia, das transmissões via satélite e, sobretudo, graças à ampla acessibilidade promovida pela *Internet* (Tavares e Belhot, 1998). Em virtude disto, embora o ensino de Engenharia Civil esteja cumprindo bem o seu papel tradicional, pode estar prescindindo de profundas reflexões sobre a sua prática, visto que pode não estar atendendo plenamente às necessidades hoje exigidas pelo mercado de trabalho.

O engenheiro acaba se deparando hoje com a difícil missão de não só aplicar o conhecimento teórico adquirido na escola de engenharia, mas também de adquirir conhecimento de novas técnicas, habilidades e competências para atender aos requisitos do mercado de trabalho. Diante deste contexto, as instituições responsáveis pelo ensino de engenharia não podem ignorar esta tendência do mercado e precisam assegurar ao futuro engenheiro a formação ampla de que necessita, inclusive com o domínio de técnicas mais recentes. Assim, essa nova forma de atuação que começa a ser exigida, tanto pelo mercado de trabalho como pela sociedade, passa a influir nas potencialidades funcionais do engenheiro e, por consequência, a ser considerada no modelo educacional.

Tendo como motivação essa necessidade de mudanças no modelo educacional dos cursos de engenharia, este estudo discute a inserção de algumas alternativas pedagógicas para melhoria e adequação do processo de ensino-aprendizagem, através de um estudo de caso realizado em um curso de engenharia civil. Embora a experiência pedagógica analisada tenha sido fundamentada nos conceitos do construtivismo e testada a partir da introdução de conteúdos inovadores e fazendo uso de recursos da hipermídia em uma disciplina que trata de Planejamento de Transportes, não partiu de uma visão mais ampla e integrada, como mais tarde proposto, explícita e detalhadamente, por Ferraz. (2008). Segundo a autora, embora alternativas pedagógicas (ou materiais instrucionais, como por ela tratados) sejam importantes no processo de aprendizagem, elas precisam ser planejadas e implementadas seguindo referenciais pedagógicos bem fundamentados, e não apenas direcionados pelas possibilidades tecnológicas existentes. Nesse sentido, este trabalho tem como objetivo verificar se as alternativas utilizadas por Pereira (2005) em uma experiência pedagógica realizada no curso de engenharia civil da Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo, atendem ao que preconiza Ferraz (2008).

Após essa breve introdução, esse artigo apresenta uma revisão da literatura, com ênfase para alguns fundamentos teóricos que devem guiar a produção de material de apoio para o ensino de engenharia. Em seguida, é apresentada a metodologia de avaliação, tanto na concepção original prática de Pereira (2005), como na estrutura conceitual proposta por Ferraz (2008). Os resultados da avaliação são brevemente apresentados e discutidos na sequência, conduzindo a seguir às conclusões;

## **2. Fundamentos Teóricos**

Tanto a abordagem aplicada de Pereira (2005) como as recomendações teóricas apresentadas por Ferraz (2008) se basearam nas teorias clássicas e modelos de estilos de aprendizagem de Kolb e de Felder e Silverman e na taxonomia de objetivos cognitivos de Bloom. Os fundamentos dessas teorias são brevemente discutidos a seguir. No caso do trabalho de Ferraz (2008), merece particular destaque o uso da taxonomia de Bloom revisada, também discutida nessa seção.

## 2.1 Estilos de Aprendizagem

Identificar os estilos de aprendizagem dos estudantes é fundamental para explicar porque certos métodos de ensino funcionam bem com alguns estudantes e com outros não. De acordo com Ferraz (2008), o estudo sobre estilos de aprendizagem tem se mostrado de grande valia para melhorar a qualidade do processo educacional, principalmente no nível superior. Daí a importância dos modelos de estilos de aprendizagem durante o planejamento de um curso. Bloom *et al.* (1971, *apud* Ferraz, 2008), afirmam que as estratégias utilizadas são peças fundamentais no desenvolvimento cognitivo dos estudantes e devem ser variadas, com o intuito de estimular a aprendizagem de um maior número de pessoas com preferências diferentes.

Felder e Silverman (1988), a partir de estudos sobre estilos de aprendizagem desenvolvidos pela observação de estudantes de graduação de Engenharia da América do Norte, desenvolveram um modelo de estilos de aprendizagem baseado em duas dimensões, envolvendo a recepção e o processamento da informação. Na dimensão da recepção, a informação externa (que é captada pelos sentidos) e a informação interna (que surge introspectivamente) ficam disponíveis para o indivíduo, que pode selecionar o material a ser processado e ignorar o restante. Já a dimensão do processamento pode envolver a simples memorização ou o raciocínio indutivo ou dedutivo, a reflexão ou a ação, a introspecção ou a interação com outros indivíduos. A partir dessas concepções, segundo Kuri (2004), uma definição genérica para estilo de aprendizagem poderia ser: “*Estilo de aprendizagem é a maneira pela qual o indivíduo percebe, processa e retém a informação*”

Segundo Correia e Cheng (2000), existem mais de cinquenta modelos de estilos de aprendizagem. Eles foram desenvolvidos por teóricos da educação, na tentativa de explicar como são os processos que geram o aprendizado, identificando que as pessoas percebem e processam as novas informações e experiências de maneiras diferentes. Neste trabalho foram abordadas duas das teorias de estilos de aprendizagem que têm sido estudadas, discutidas e utilizadas no meio acadêmico com grande ênfase: o modelo de aprendizagem desenvolvido por David Kolb e o modelo de aprendizagem de Felder e Silverman.

### 2.1.1 Modelo de Kolb

Segundo esse modelo, a aprendizagem pode ser entendida como um processo envolvendo duas dimensões: a percepção da informação e o processamento da informação. Representa-se a função de *percepção* por uma linha, onde as expressões sentir e pensar estão dispostas em seus pontos finais e opostos (Figura 1). Assim, Kolb (1984) identificou quatro estágios ou fases, descritos a seguir:

- *Experiência Concreta (EC)* - é o ponto de partida do processo; nesta fase os aprendizes precisam se envolver completa e imparcialmente em novas experiências.
- *Observação Reflexiva (OR)* - nesta fase os aprendizes refletem sobre as novas informações e experiências, examinando-as a partir de diferentes perspectivas.
- *Conceituação Abstrata (CA)* - esta fase envolve mais o uso da lógica e das ideias do que sentimentos para o entendimento dos problemas e situações. Nela os aprendizes precisam criar conceitos que integrem suas observações em teorias sólidas em termos de lógica.
- *Experimentação Ativa (EA)* - nesta fase os aprendizes experimentam ativamente as situações, usando as teorias citadas anteriormente para resolver problemas e tomar decisões.

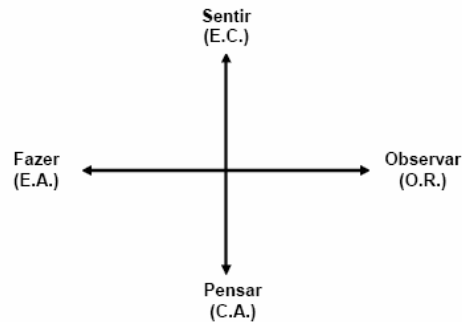


Figura 1: Elementos da aprendizagem  
 Fonte: adaptado de Harb *et al.* (1992)

Baseado nessa premissa de estágio preferencial, Kolb desenvolveu um instrumento de mapeamento e identificação de pontos fracos e fortes em cada um dos estágios citados acima, denominado *Inventário de Estilos de Aprendizagem*. Esse instrumento mede o ponto preferencial, forte e individual relativo a cada um dos estágios expostos anteriormente. Foi a partir desse instrumento que Kolb identificou os quatro estilos de aprendizagem a seguir, que juntos formam um ciclo de aprendizagem (Figura 2).

1. *Divergentes* - Percebem as informações pela impressão que elas lhes causam, via sensorial (EC) e as processam de modo reflexivo (OR), sem a necessidade de experiência ativa. Imaginação e percepção aguçada de significados e valores são seus pontos fortes, sendo denominados *divergentes* porque podem ver as coisas de diferentes perspectivas e combinar relacionamentos em um todo significativo. Preferem ouvir e partilhar ideias. São pessoas criativas e inovadoras, tendo facilidade para propor alternativas, reconhecer problemas e compreender pessoas. Por fim, gostam de saber o valor do que irão aprender.
2. *Assimiladores* - Percebem a informação com base na compreensão intelectual (CA) e as processam de modo reflexivo (OR). Criar modelos teóricos são seus pontos fortes e são denominados *assimiladores* porque analisam, organizam e assimilam partes da informação, transformando-as em um todo integrado. Integram experiência com conhecimentos já existentes. Utilizam a dedução para a resolução de problemas. São mais interessados pela lógica de uma ideia do que pelo seu valor prático, procuram assimilar novas ideias e pensamentos.
3. *Convergentes* - Percebem a informação por meio da conceituação abstrata (CA) e as processam ativamente (EA). Resolução de problemas, tomada de decisões e aplicação prática de ideias são seus pontos fortes. São denominados *convergentes* porque tendem a convergir ou a tomar decisões rapidamente, procurar por uma resposta correta e chegar ao essencial com muita rapidez. De acordo com as pesquisas de Kolb (1984), esse estilo é característico de muitos engenheiros.
4. *Acomodadores ou Adaptadores* - Percebem a informação por meio da experiência concreta (EC) e a processam ativamente (EA). Suas maiores forças residem em realizar coisas, executar planos e envolver-se em novas experiências. São denominados *acomodadores* porque procuram adaptar o aprendido para seus próprios usos, usando a criatividade para mudar e fazer melhor. São altamente ativos e líderes naturais.

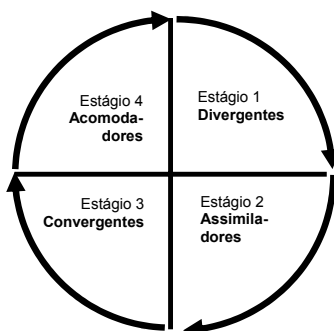


Figura 2: Ciclo de Kolb – “Estilos de Aprendizagem”

O objetivo, em termos pedagógicos, seria o professor tentar “caminhar” por todo o ciclo, o que além de atingir bons resultados para o processo de ensino-aprendizagem, também atinge diferentes estilos de alunos.

### 2.1.2 Modelo de Felder e Silverman

Em seus estudos para criação do modelo, Felder e Silverman procuraram ressaltar a preocupação que possuíam com relação à efetividade do uso de determinadas técnicas instrucionais em contextos específicos. Observaram que a resposta era diferente, de acordo com os métodos e meios utilizados, e que, de alguma forma, essa aprendizagem era influenciada pela experiência e pelo conhecimento previamente adquiridos (FERRAZ, 2008). As descrições dos diferentes estilos de aprendizagem identificados a partir desse modelo são apresentadas na Tabela 1, tendo como base o trabalho de Felder e Silverman (1988).

Tabela 1: Estilos de aprendizagem e suas características

ESTILOS	CARACTERÍSTICAS
<b>Sensorial</b>	Tendem a ser concretos e metódicos, apreciam fatos
<b>Intuitivo</b>	Tendem a ser abstratos e imaginativos, preferem lidar com conceitos
<b>Visual</b>	Preferem que as informações sejam apresentadas em gravuras, gráficos, filmes
<b>Verbal</b>	Preferem explicações faladas ou escritas
<b>Indutivo</b>	Preferem as apresentações que vão do específico para o geral.
<b>Dedutivo</b>	Preferem começar com os princípios gerais e então deduzir suas consequências e aplicações.
<b>Ativo</b>	Se sentem mais confortáveis ou mais competentes com a experimentação ativa
<b>Reflexivo</b>	Se sentem mais confortáveis com situações que forneçam oportunidades de pensar
<b>Sequencial</b>	Aprendem melhor quando a matéria é apresentada em uma progressão contínua de complexidade
<b>Global</b>	São sintetizadores, aprendem em grandes saltos

### 2.2 Taxonomia dos Objetivos Cognitivos de Bloom

Segundo Bloom *et al.* (1971) *apud* Ferraz (2008), alguns pesquisadores acreditavam que com “oportunidades iguais” os estudantes deveriam aprender de forma semelhante, e que estes seriam os únicos responsáveis por não a utilizarem como deveriam. Entretanto, Bloom e sua equipe descobriram que nas mesmas condições de ensino, todos aprendiam, mas diferenciavam-se quanto ao nível de profundidade e abstração do conhecimento adquirido. De acordo com Conklin (2005), a taxonomia de Bloom, com sua classificação hierárquica dos objetivos cognitivos, tem sido uma das maiores contribuições acadêmicas para educadores que, conscientemente, procuram meios de estimular pensamentos de alto grau de abstração. A taxonomia de Bloom é estruturada em níveis de complexidade crescente. Isso significa que só após conhecer um determinado assunto é que alguém poderá compreendê-lo e aplicá-lo. Ferraz (2008) cita que muitos foram os trabalhos originados a partir da divulgação da Taxonomia de Bloom. Entretanto, as novas publicações relacionadas ao uso

dessa classificação e as diferentes tecnologias incorporadas ao sistema educacional permitiram observar a necessidade de uma reavaliação e releitura dos pressupostos teóricos que sustentavam a pesquisa original. Dessa forma, em 1995, um grupo com características similares ao primeiro se reuniu para revisar a Taxonomia de Bloom.

### 2.2.1 Taxonomia de Bloom Revisada

A ideia da revisão veio uma vez que novos conceitos, tecnologias e teorias foram incorporadas ao campo educacional na busca de um equilíbrio entre a estruturação da taxonomia original e as mudanças provocadas por avanços tecnológicos e estratégias pedagógicas incorporadas à educação. A primeira alteração a ser realizada na taxonomia original foi a relação direta entre verbos e substantivos. Os pesquisadores chegaram a conclusão de que verbos e substantivos deveriam pertencer a dimensões separadas, nas quais os substantivos formariam a base para a dimensão do conhecimento e os verbos seriam relacionados aos aspectos de desenvolvimento cognitivo, competência e habilidade, atribuindo, assim, uma característica bidimensional à taxonomia original (FERRAZ, 2008).

Uma das mudanças mais significativas, segundo Krathwohl (2002) foi que todos os nomes das categorias foram mudados para verbos: *Conhecimento* e *Compreensão* foram renomeados para *Lembrar* e *Entender*. As categorias *Aplicação*, *Análise*, *Síntese* e *Avaliação* foram alteradas para as formas verbais *Aplicar*, *Analisar*, *Sintetizar* e *Criar*, respectivamente. A seguir está representada, através da Tabela 2, a estrutura do processo cognitivo na taxonomia de Bloom revisada.

Tabela 2: Estrutura do processo cognitivo na Taxonomia de Bloom revisada

CATEGORIAS	SUBCATEGORIAS	DEFINIÇÃO
1. Lembrar	1.1. Reconhecendo 1.2. Reproduzindo	Significa reconhecer e reproduzir ideias e conteúdos. Reconhecer requer distinguir e selecionar uma determinada informação e reproduzir ou recordar está mais relacionado a busca por uma informação relevante memorizada.
2. Entender	2.1 Interpretando 2.2 Exemplificando 2.3 Classificando 2.4 Resumindo 2.5 Inferindo 2.6 Comparando 2.7 Explicando	Significa estabelecer uma conexão entre o novo conhecimento e o conhecimento previamente adquirido. A informação é entendida quando o aprendiz consegue reproduzi-la com “suas próprias palavras.”
3. Aplicar	3.1 Executando 3.2 Implementando	Significa executar ou usar um procedimento numa situação específica; pode também abordar a aplicação de um conhecimento numa situação nova.
4. Analisar	4.1 Diferenciando 4.2 Organizando 4.3 Atribuindo 4.4 Concluindo	Significa dividir a informação em partes relevantes e irrelevantes; importantes e menos importantes e entender as relações de interdependência existentes entre elas.
5. Avaliar	5.1 Verificando 5.2 Criticando	Significa realizar julgamentos baseados em critérios e padrões qualitativos e quantitativos ou de eficiência e eficácia.
6. Criar	6.1 Generalizando 6.2 Planejando 6.3 Produzindo	Significa colocar elementos juntos, com o objetivo de criar uma nova visão, uma nova solução, estrutura ou modelo, utilizando conhecimentos e habilidades previamente adquiridos. Envolve o desenvolvimento de ideias novas e originais, produtos e métodos, a partir da percepção de interdisciplinaridade e interdependência.

Fonte: adaptada de Anderson *et al.* (2001) e Krathwohl (2002) por Ferraz (2008).

### 3. Metodologia

Dado que o objetivo desse trabalho é essencialmente reavaliar a proposta de Pereira (2005) à luz das recomendações de Ferraz (2008), faz-se necessário reunir e sintetizar aqui alguns dos principais elementos e resultados daquela experiência. Em linhas gerais, a proposta de Pereira (2005) consistiu em aplicar alternativas pedagógicas em uma disciplina específica que trata de planejamento de transportes, de modo a complementar o paradigma tradicional, permitindo ainda a inclusão de novos conteúdos. Para tanto, utilizou-se uma abordagem construtivista, incitando desta forma o aluno a buscar seu conhecimento através da pesquisa e exploração da *Internet*, complementando ainda a metodologia tradicional com a inserção das seguintes alternativas pedagógicas:

1. Implementação dos principais conteúdos teóricos da disciplina em um conjunto de elementos de hipermídia reunidos em um CD, cuja elaboração foi baseada nos modelos de aprendizagem de Kolb e de Felder e Silverman;
2. Desenvolvimento de um ambiente de interação para fins didáticos via *Internet*;
3. Realização de trabalhos em grupo;
4. Estimulo aos alunos para explorar recursos disponíveis na *Internet*;
5. Incentivo à pesquisa.

No caso do material pedagógico com características de hipermídia, a implementação ou a produção de conteúdo que atenda aos requisitos pedagógicos propostos não é tarefa simples. O primeiro passo para um material bem desenvolvido é o de fazer com que o maior número de estudantes se interesse pelo seu conteúdo. Para isso é necessário, antes de mais nada, reconhecer as diferentes preferências de aprendizagem dos estudantes. No caso da proposta aqui analisada, foi utilizado para esse fim o *Index of Learning Styles (ILS)*. Este instrumento, ou questionário, desenvolvido por Felder e Soloman com base no modelo de Felder e Silverman, foi aplicado aos alunos/professores que freqüentavam/lecionavam a disciplina citada, a fim de identificar seus estilos de aprendizagem.

Em seguida, procedeu-se a avaliação do material didático elaborado por Pereira (2005), com o propósito de verificar se os elementos preconizados por Ferraz (2008) haviam sido efetivamente contemplados na proposta original aqui analisada. Na Tabela 3, é possível perceber, por exemplo, onde está o foco do processo de ensino-aprendizagem: no material, na interatividade ou na colaboração. Assim, é possível não apenas escolher a forma de construir o conteúdo, mas também o modo de avaliar a aprendizagem. Para tal, além da síntese apresentada na Tabela 3, foram utilizados elementos de verificação associados a cada um dos três grupos de estágios de aprendizagem/objetivos instrucionais declarados na primeira coluna da Tabela 3, conforme será discutido na seção de análise de resultados.

### 4. Avaliação da Proposta Pedagógica de Pereira (2005)

A caracterização dos estilos de aprendizagem da turma envolvida na experiência pedagógica conduzida por Pereira (2005) encontra-se sintetizada na Tabela 4. Os resultados observados revelaram percentuais mais elevados nos estilos ativo, sensorial, visual e global. Entretanto, esses estilos de aprendizagem nem sempre são alcançados pelos métodos “tradicionais” de ensino. Neste sentido, com o propósito de atingir senão todos, pelo menos a maioria dos estilos de aprendizagem sugeridos por Felder e Soloman, o material desenvolvido utilizou-se de mídias como imagem, som, animação e vídeo, de forma a cobrir todos os nove módulos da disciplina em questão. São eles: transporte e sociedade, análise de sistemas de transporte, demanda por transportes, custos de transporte, oferta de transportes, equilíbrio entre demanda e oferta, tarifação em transporte, impactos ambientais e avaliação de projetos de transporte.

Tabela 3: Combinação dos referências teóricos abordados por Ferraz (2008) com o objetivo de orientar a produção de material instrucional

Estágios de Aprendizagem Objetivos Instrucionais	Foco		Tecnologia		Teorias de Aprendizagem		ESTILOS DE ENSINO E APRENDIZAGEM							
							Kolb			Felder e Silverman				
							Ciclo de Aprendizagem	Observação/ Conceituação	Experimen- tação					
Conhecimento - Lembrar - Entender	Indivíduo / Material Instrucional	Interatividade / Aprendizagem Individual	Distribuição	Cognitivista	Behavorista	Sócio-construtivista	Por quê? O quê?	Reflexiva	Concreta	Reflexivo - Ativo	Visual - Verbal	* Não contempla		Sequencial - Global
Como?							Abstrata	Ativa	Sensorial - Intuitivo			Indutivo - Dedutivo		
E se...								Concreta						
Competência - Aplicar		Aprendizagem colaborativa		Interativa	Colaborativa									
Habilidade - Analisar - Avaliar - Criar														

Tabela 4: Percentagens dos estilos de aprendizagem observados na turma analisada, segundo Pereira *et al.* (2004).

ESTILOS DE APRENDIZAGEM	ALUNOS DO 3º ANO DE ENGENHARIA CIVIL (n = 59)	PROFESSORES DA TURMA DE 2004 (n = 3)
Ativo	52%	100%
Reflexivo	48%	0%
Sensorial	92%	100%
Intuitivo	8%	0%
Visual	86%	100%
Verbal	14%	0%
Sequencial	44%	0%
Global	56%	100%




Para avaliar se os estilos de aprendizagem desenvolvidos por Kolb e os estilos sugeridos por Felder e Silverman seriam alcançados com o material elaborado, Pereira (2005) realizou uma análise pormenorizada dos elementos internos de cada um dos nove módulos. A análise original baseava-se naquilo que foi chamado de “página” de conteúdo, como nos exemplos apresentados na Tabela 5, extraídos do módulo “Análise de Sistemas de Transporte”, que se caracteriza por ser um módulo predominantemente informativo. Uma síntese da avaliação de todas as páginas do referido módulo pode ser vista na Figura 3, onde cada uma das “páginas” corresponde a um anel concêntrico.

Em seguida, procedeu-se a avaliação da proposta de Pereira (2005) com base no detalhamento dos elementos da Tabela 3, obtidos no trabalho de Ferraz (2008). Sua metodologia pressupõe uma análise detalhada de três momentos do processo de aprendizagem: a aquisição do conhecimento (Tabela 6), o desenvolvimento de competências (Tabela 7) e o desenvolvimento de habilidades (Tabela 8). O objetivo da aquisição do conhecimento é a assimilação de novas informações. É a fase de mais fácil implementação. O desenvolvimento de competências está relacionado com a capacidade de aplicar de forma coerente um conhecimento adquirido. O desenvolvimento de habilidades está relacionado ao domínio teórico, prático e aplicado do conhecimento, em que a diferença em relação às fases anteriores está em tentar reproduzi-lo.



A análise da estratégia pedagógica proposta por Pereira (2005) foi feita através da identificação, nas Tabelas 6, 7 e 8, de elementos que não atendiam aos requisitos elaborados por Ferraz (2008), seja parcialmente (elementos em **negrito sublinhados**), seja na sua totalidade (trechos com fundo cinza).

Tabela 5: Exemplo de análise dos elementos internos de “páginas” extraídas do módulo “Análise de Sistemas de Transporte”.

NÚMERO DA PÁGINA/TOTAL DE PÁGINAS NO MÓDULO	VIZUALIZAÇÃO ESTÁTICA E REDUZIDA DA PÁGINA DINÂMICA APRESENTADA AOS ALUNOS	SÍNTESE DA AVALIAÇÃO
1/11		<p>A primeira página apresenta de forma escrita e falada um resumo do que será tratado no módulo, atingindo de imediato os estilos: <i>divergente</i> e <i>assimilador</i> do modelo de Kolb e os estilos <i>verbal</i> e <i>sensorial</i> (texto e som), <i>reflexivo</i> e <i>sequencial</i> (o texto leva o aluno a seguir para a próxima página) do Modelo de Felder e Silverman.</p>
4/11		<p>Nesta página, todos os quatros estilos do modelo de Felder e Silverman e Kolb são atendidos, pois além de levar o aluno a uma reflexão sobre o assunto, atendendo aos <i>divergentes</i> e <i>assimiladores</i> do modelo de Kolb, permite a navegação pela página, em busca de outros conceitos sem seguir necessariamente uma ordem. Atende então, os <i>convergentes</i> pelas características de tomada de decisões e <i>acomodadores</i>, por realizarem atividades e processarem ativamente as informações. Nesta página, tanto os estilos <i>ativo</i> como <i>reflexivo</i> são atendidos, pois além de levar o aluno a uma reflexão sobre o assunto, permite a navegação pela página, em busca de outros conceitos sem seguir necessariamente uma ordem. Atende então, tanto aos <i>globais</i> como aos <i>sequenciais</i>. O texto conceitual escrito e falado atinge, mais uma vez, os estilos: <i>intuitivo</i>, <i>verbal</i> e <i>sensorial</i>. A forma como os conceitos são apresentados, mesmo que em menor escala, atende também ao estilo <i>visual</i>.</p>
10/11		<p>Embora aparentemente seja mais um texto escrito, apresenta um <i>link</i> que pode levar o aluno a arquivos com experiências reais sobre o tema em questão. Atende, desta maneira, tanto aos <i>reflexivos</i> como aos <i>ativos</i>, <i>sensoriais</i> como <i>intuitivos</i>, <i>verbais</i> como <i>visuais</i> e <i>sequenciais</i> como <i>globais</i> do modelo de Felder e Silverman. Já, do modelo de Kolb, atende aos <i>divergentes</i> e <i>assimiladores</i> pelas características de processarem a informação de modo reflexivo.</p>

Fonte: adaptada de Pereira (2005).

De acordo com os elementos de análise presentes no estágio 1 de aprendizagem - Aquisição do conhecimento (Tabela 6), pôde-se observar que, no que diz respeito a *Abordagem/Teorias de Aprendizagem*, não foi cumprida a etapa *TODAS AS RELACIONADAS A EAD*, simplesmente pelo fato de que a pesquisa apresentada não se mostrava com características de *e-learning*, mas sim de *b-*

*learning* (ou ensino semi-presencial). Já no aspecto relacionado ao agente *Professor/Tutor*, apesar do mesmo não ser um especialista na área de Educação exclusivamente à distância, cumpriu a função de motivador do aprendiz. Isso não afetou, portanto, de forma negativa a experiência pedagógica. Com relação ao agente *Aprendiz*, este não teve interação exclusiva com o material instrucional, pois o objetivo era justamente que esse recurso fosse complementar e não substitutivo na aprendizagem. Finalmente, com relação às *Estratégias Avaliativas*, um item que não foi adequadamente explorado foi a questão da justificativa, pelos aprendizes, do método utilizado para a construção da relação entre o concreto (conteúdo) e o abstrato (conseqüência da aplicação desse conteúdo).

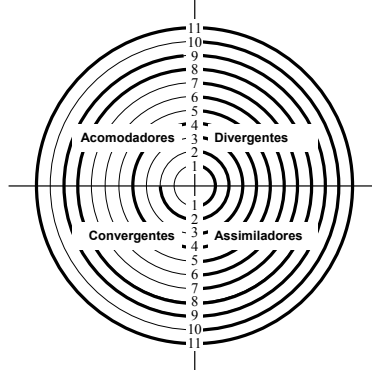


Figura 3: Páginas atingidas em cada fase do ciclo de aprendizagem no módulo “Análise de Sistemas de Transporte”

De acordo com os itens de análise presentes no estágio 2 de aprendizagem - Desenvolvimento de Competências (Tabela 7) - pôde-se observar que foram utilizados vários elementos de tecnologia, mídias e recursos, com exceção de simuladores, jogos e atividades baseadas em *computer based training* (CBTs). De forma semelhante ao quadro das Competências, quase todos os elementos presentes no estágio 3 de aprendizagem - Desenvolvimento de Habilidades - foram atendidos de forma satisfatória por Pereira (2005), exceto pela ausência de algumas mídias para comunicação, tais como as webconferências, audioconferências e os editores *wikis*.

No entanto, nenhum dos problemas relacionados acima parece ter comprometido negativamente a qualidade da proposta pedagógica analisada, a julgar pela análise dos resultados de desempenho apresentados em Kuri *et al.* (2006). Isso sugere que, mesmo não tendo utilizado a metodologia revisada de Bloom como referência teórica para a concepção de sua proposta, Pereira (2005) atendeu satisfatoriamente à proposta de Ferraz (2008), que compreende três estágios importantes da aprendizagem: aquisição do conhecimento, desenvolvimento de competências e de habilidades.

## 5. Conclusões

Dado que a diferença da aprendizagem não está na tecnologia, mas sim nas estratégias educacionais presentes nos materiais e métodos utilizados no processo de ensino-aprendizagem, esse estudo se propôs a avaliar, a partir da estrutura conceitual formulada por Ferraz (2008), as alternativas empregadas em uma estratégia pedagógica implementada em um curso de Engenharia Civil da Escola de Engenharia de São Carlos.

Cabe enfatizar aqui que o desenvolvimento cognitivo é composto por uma somatória do resultado dos processos de aquisição de conhecimentos, de competências e de habilidades. A partir dos objetivos definidos e por meio de alternativas pedagógicas, o estudante deve ser direcionado e estimulado para a aquisição do novo conhecimento, partindo da experimentação concreta para uma postura de observação abstrata e reflexiva, a fim de construir um alicerce adequado para desenvolver, posteriormente, as competências relacionadas a esse conhecimento.

Tabela 6: Características principais dos agentes presentes no estágio da aprendizagem ligado à Aquisição do Conhecimento (adaptado de Ferraz, 2008, p.187-188).

ELEMENTOS DE ANÁLISE		ASPECTOS A SEREM ANALISADOS
<b>Objetivos</b>		<b>Lembrar</b> e <b>Entender</b> → verbos: Criar, definir, identificar, listar, nomear, rotular, descrever, denominar, combinar, realçar, apontar, relembrar, recordar, relacionar, reproduzir, solucionar, declarar, distinguir, memorizar, ordenar, mudar, construir, converter, decodificar, defender, distinguir, discriminar, estimar, explicar, generalizar, exemplificar, ilustrar, inferir, reformular, prever, reescrever, resolver, resumir, classificar, discutir, reconhecer, redefinir, selecionar, situar e traduzir.
<b>Abordagem/Teoria de aprendizagem</b>		Cognitvista + todas as relacionadas a EAD
<b>Foco do processo educacional</b>		No indivíduo (aprendiz) e no material instrucional. Aprendiz possui uma relação de receptividade frente à informação.
<b>Agentes</b>	Professor/Tutor	<b>Deverá ser um especialista</b> que, a partir das estratégias de ensino presentes no material instrucional e da mídia utilizada possa transmitir a informação; assumir uma postura de motivador para o aprendizado.
	Aprendiz	Tem uma relação e interação direta e quase exclusiva com material instrucional, o que define sua postura de aprendiz como receptiva
<b>Tecnologia, mídias e recursos</b>		Utilização de tecnologias denominadas distributivas (centradas no conteúdo e na aquisição de conhecimento), do tipo um-para-muitos. A ênfase está no conteúdo; portanto, as mídias devem facilitar o processo de distribuição e acesso as informações. Exemplo: textos <i>on line</i> e impressos, rádio, TV, filmes, som, imagens estáticas, animação, <i>webmails</i> , CDs, DVDs, podcast.
<b>Estratégias de ensino</b>		Formulação de questões dissertativas; construção de mapas conceituais; exemplos; sugestão de atividades e de recursos que possibilitem a construção de relações sobre conhecimento previamente adquiridos; estímulo as interpretações pessoais sobre o conteúdo; descrição passo a passo da possível utilização ou construção prática e teórica do conteúdo; utilização de hipertextos; redação do conteúdo de forma a direcionar para uma conclusão dedutiva; estrutura lógica, contextualizada e com detalhes suficientes para o reconhecimento de conexão com assuntos anteriores; descrição da importância e do significado da aprendizagem do novo conceito; descrição clara de fatos e ideias; esclarecimento sobre a importância do assunto descrito para o desenvolvimento pessoal e profissional do indivíduo; oferecimento de exemplos práticos e novos, sempre relacionados a exemplos anteriores.
<b>Estilos de aprendizagem predominantes e estimulados, segundo Felder</b>		Reflexivos - ativos Sensoriais - intuitivos Visuais - verbais Indutivos - dedutivos Sequenciais - globais
<b>Ciclo de aprendizagem (KoIb)</b>		Por quê; o quê/quais
<b>Estilos de aprendizagem (KoIb)</b>		<b>Divergente:</b> aprendizes preferem aprender por observações reflexivas e experiência concreta. Aprendem por observação. Precisam de tempo para pensar sobre o novo assunto e assimilá-lo. Aprendem melhor por exemplos. Os novos conceitos devem ser apresentados de forma a fazer relações explícitas com aqueles previamente conhecidos. <b>Assimilador:</b> aprendizes preferem aprender por conceituações abstratas e observações reflexivas. Aprendem melhor num ambiente que enfatiza a teoria e a análise sistemática.
<b>Estágios de desenvolvimento</b>		Observação reflexiva - Experiência concreta
<b>Eventos instrucionais</b>		Ativar a atenção do aluno; informar claramente os objetivos instrucionais; utilizar estratégias para aumentar o interesse e a motivação do indivíduo; apresentar uma visão geral do conteúdo; recuperar conhecimentos prévios; apresentar novas informações e exemplos; utilizar recursos para focar atenção do aprendiz; esclarecer o ‘por quê’ e ‘o quê’ será abordado, contextualizando o teórico com o prático.
<b>Estratégias avaliativas</b>		Atividades que requeiram do aprendiz a reprodução com exatidão da informação; verifiquem a compreensão de fatos e princípios; estimule-o a exemplificar, interpretar ou converter materiais de um formato para outro (por exemplo: do verbal para o textual); estimulem a descrição de conseqüências; <b>justifiquem os métodos e procedimentos utilizados para construção da relação entre o concreto (conteúdo) e o abstrato (conseqüência da aplicação do conteúdo).</b>

Tabela 7: Características principais dos agentes presentes no estágio da aprendizagem ligado ao Desenvolvimento de Competências (adaptado de Ferraz, 2008, p.190-191).

ELEMENTOS DE ANÁLISE		ASPECTOS A SEREM ANALISADOS
<b>Objetivos</b>		<u>Aplicar</u> → <u>verbos</u> : Aplicar, mudar, programar, demonstrar, desenvolver, descobrir, dramatizar, empregar, ilustrar, interpretar, manipular, modificar, operacionalizar, organizar, prever, preparar, produzir, relatar, resolver, transferir, usar, construir, esboçar, escolher, escrever, operar e praticar.
<b>Abordagem/Teoria de aprendizagem</b>		Behaviorismo
<b>Foco do processo educacional</b>		Começa a se deslocar do material para o indivíduo, movendo-se da receptividade da aquisição do conteúdo para a aplicação prática dele. O indivíduo começa a assumir a responsabilidade pelo seu aprendizado, por meio da experimentação ativa.
<b>Agentes</b>	Professor/Tutor	Ele se torna um orientador, um mentor para a aplicação do conhecimento. Poderá ajudar na orientação durante o desenvolvimento de alguma aplicação prática, mas o foco é na experimentação, pelo aprendiz, do prazer de resolver problemas, uma vez que já adquiriu o conhecimento para tal.
	Aprendiz	Possui uma postura interativa, mas ela é realizada quase exclusivamente com o material, que deverá criar situações propícias para o reforço e a aplicação do conhecimento adquirido. O foco começa a se deslocar do receptivo para o ativo, por meio da interatividade; entretanto, nesse momento, a interação ainda é realizada entre pares (aprendiz - material instrucional; aprendiz e tutor).
<b>Tecnologia, mídias e recursos</b>		Utilização de tecnologias denominadas Interativas (centradas no aluno e no desenvolvimento de competências): do tipo um-para-um. Pressupõe um aluno mais ativo que aprende de forma isolada. A ênfase está nas tarefas práticas a serem executadas. As mídias e recursos que podem ser utilizados nesse momento são: texto, TV, filmes, som, animação, simuladores, jogos (de exploração individual), atividades e recursos interativos, dentre outras.
<b>Estratégias de ensino</b>		<u>Games</u> ; simulação; resolução de problemas; análise de casos; exemplos de teorias relacionadas com as práticas; estratégias que tenham como foco a aplicação; atividades baseadas em <u>computer based training (CBTs)</u> ; construção de <u>feedbacks</u> detalhados e claros; atividades que requerem construção ativa e integração de conhecimentos previamente adquiridos; atividades que estimulem as reflexões e a auto-avaliação.
<b>Estilos de aprendizagem predominantes e estimulados, segundo Felder</b>		Reflexivos - ativos Sensoriais - intuitivos Indutivos - dedutivos Seqüenciais - globais
<b>Ciclo de aprendizagem (KoIb)</b>		Como
<b>Estilos de aprendizagem (KoIb)</b>		<u>Assimilador</u> : aprendizes preferem aprender por conceituações abstratas e observações reflexivas. Aprendem melhor num ambiente que enfatiza a teoria e a análise sistemática. <u>Convergente</u> : aprendizes preferem aprender por conceituações abstratas e experimentações ativas. Geralmente se perguntam como uma nova informação está relacionada ao que já é conhecido e como poderiam aplicar esses conceitos “teóricos” na prática. Preferem lidar mais com fatos. Preferem que o instrutor ofereça uma interpretação da situação de aprendizagem e que receba retorno sobre seu desempenho, medido por critérios bem definidos.
<b>Estágios de desenvolvimento</b>		Formação de conceitos abstratos e generalizações. Teste de hipóteses em novas situações - experimentação ativa.
<b>Eventos instrucionais</b>		Proporcionar a prática e orientá-la, fornecer <u>feedback</u> constante, revisar, sintetizar, re-motivar e encerrar toda atividade proposta. Fornecer exemplos práticos e contextualizados de “como” utilizar o conhecimento adquirido.
<b>Estratégias avaliativas</b>		Atividades que requeiram do aluno a transferência de conceitos ou abstrações para resolver problemas próximos à realidade/prática; que estimulem a separação da informação em menores elementos e estabeleçam a relação entre as partes; que possibilitem o confronto de dados, informações, teorias e produtos com um ou mais critérios de julgamento, favorecendo o raciocínio crítico e abstrato.

Tabela 8: Características principais dos agentes presentes no estágio da aprendizagem ligado ao Desenvolvimento de Habilidades (adaptado de Ferraz, 2008, p.194-195).

ELEMENTOS DE ANÁLISE		ASPECTOS A SEREM ANALISADOS
<b>Objetivos</b>		<u>Analisar</u> → verbos: analisar, quebrar, classificar, comparar, contrastar, determinar, deduzir, diagramar, distinguir, diferenciar, identificar, ilustrar, apontar, inferir, relacionar, selecionar, separar, subdividir, calcular, discriminar, examinar, experimentar, testar, esquematizar e questionar. <u>Avaliar</u> → verbos: avaliar, averiguar, escolher, comparar, concluir, contrastar, criticar, decidir, defender, discriminar, explicar, interpretar, justificar, relatar, resolver, resumir, apoiar, validar, escrever uma revisão sobre, detectar, estimar, julgar e selecionar. <u>Criar</u> → verbos: categorizar, combinar, compilar, compor, conceber, construir, criar, desenhar, elaborar, estabelecer, explicar, formular, generalizar, inventar, modificar, organizar, originar, planejar, propor, reorganizar, relacionar, revisar, reescrever, resumir, contar, escrever, desenvolver, estruturar, montar e projetar.
<b>Abordagem/Teoria de aprendizagem</b>		Construtivismo e sócio-construtivismo.
<b>Foco do processo educacional</b>		Está no trabalho em equipe, em grupos virtuais. Por meio da interação entre os pares, será possível desenvolver habilidades.
<b>Agentes</b>	Professor/Tutor	Assume uma postura de desafiador: deverá “provocar positivamente” os aprendizes, objetivando uma percepção concreta da aplicação e da relação entre teoria e prática.
	Aprendiz	Assume uma postura interativa e responsável, com relação ao seu aprendizado e ao grupo. A interação se dá por meio da relação aprendiz - aprendiz.
<b>Tecnologia, mídias e recursos</b>		Utilização de tecnologias denominadas colaborativas (centrada no grupo e na formação de novos esquemas mentais): que estimulem alto grau de cooperação do tipo muitos-para-muitos. <b>As mídias utilizadas devem possuir a características de enfatizar a comunicação:</b> Fórum, vídeo-conferência, webconferência, áudio-conferência, sala de bate papo, editores colaborativos de textos (wikis).
<b>Estratégias de ensino</b>		Questões e tópicos, dissertativos, de forma que os aprendizes consigam refletir sobre os conceitos aprendidos de forma interativa e colaborativa, além de exercitar novas relações mentais possíveis e (im)prováveis. Desenvolvimento conceitual por meio de atividades colaborativas, que contemplem a discussão e a reflexão para além do domínio compartilhado da tarefa; encorajamento da experimentação e da descoberta compartilhada; focalização em conceitos e habilidades já adquiridos (inclusive sociais); avaliação por pares e responsabilidade compartilhada.
<b>Estilos de aprendizagem predominantes e estimulados, segundo Felder</b>		Reflexivos - ativos Seqüenciais - globais
<b>Ciclo de aprendizagem (Kolb)</b>		“E se...”
<b>Estilos de aprendizagem (Kolb)</b>		<u>Acomodador</u> : aprendizes preferem aprender usando a experiência concreta e a experimentação ativa. Aprendem melhor por meio de projetos, trabalhos práticos, jogos, atividades autodirecionadas e discussão em grupo. Obtêm melhores resultados quando se envolvem em novas situações e experiências de aprendizagem. São chamados de acomodadores (como referência aos estágios de Piaget - assimilação e acomodação), por serem capazes de aplicar, sem grandes dificuldades, a informação transmitida a situações práticas e aprender por meio delas.
<b>Estágios de desenvolvimento</b>		Experiência concreta - experiência ativa.
<b>Eventos instrucionais</b>		Revisar e sintetizar; transferir a aprendizagem; re-motivar e encerrar; avaliar a aprendizagem; fornecer <i>feedback</i> e atividades de complementação da aprendizagem. Desenvolver esse momento de aprendizagem criando situações inovadoras (“e se”) que requeiram um grau significativo de abstração sobre o assunto.
<b>Estratégias avaliativas</b>		Atividades que requeiram que o aprendiz reúna elementos da informação e faça abstrações e generalizações, a fim de criar algo novo.

Segundo Ferraz (2008), por meio desses referenciais e utilizando o ciclo de aprendizagem proposto por Kolb é possível planejar materiais que satisfaçam a forma como os estudantes percebem e processam as informações a eles disponibilizadas. Ainda segundo a autora, é importante reconhecer

também os estilos de aprendizagem predominantes, pois eles direcionarão a escolhas de mídias, tanto para satisfazer as preferências dos estudantes, quanto para adequar e estimular a aprendizagem em um determinado estilo junto aos aprendizes que, diretamente, não o preferiram. Finalmente, Ferraz (2008) aponta a importância de se considerar também a Taxonomia de Bloom revisada, conforme sintetizado na Tabela 3. De acordo com os resultados aqui apresentados, a análise detalhada do material instrucional elaborado por Pereira (2005), elaborado com a proposta explícita de atingir a todos os tipos de estudantes (Modelo de Kolb) e estilos de aprendizagem (Modelo de Felder e Silverman), conseguiu atender também de forma satisfatória à avaliação segundo a Taxonomia de Bloom revisada. O material instrucional analisado atingiu, portanto, os três estágios de aprendizagem almejados, o que, em tese, resulta em um desenvolvimento cognitivo idealizado para o processo de aprendizagem. Este estudo serve, portanto, para validar o material desenvolvido na proposta de Pereira (2005). Além disso, reconhece a importância das diretrizes apresentadas por Ferraz (2008) para o desenvolvimento de material instrucional. Vale ressaltar ainda que as técnicas utilizadas para o aprimoramento do processo de ensino-aprendizagem podem ser aplicadas em qualquer disciplina, de qualquer curso.

## 6. Referências Bibliográficas

- CONKLIN, J. (2005). *A taxonomy for learning, teaching and assessing: a revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. Educational Horizons, Lambda Theta, v. 83, n. 3, p. 153-159.
- CORREIA, A.M.A.; CHENG, L. (2000). Aprender a ensinar a aprender. In: *Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, XXVIII Cobenge*, Ouro Preto, MG.
- FELDER, R.M.; SILVERMAN, L.K. (1988). Learning and Teaching Styles in Engineering Education. *Engineering Education*, v. 78, n. 7, abril, p. 674-681.
- FERRAZ, A.P.C.M. (2008). *Instrumento para facilitar o processo de planejamento e desenvolvimento de materiais instrucionais para a modalidade a distância*. Tese (Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos, São Paulo, 230 p.
- KOLB, D.A. (1984). *Experimental learning: experience as a source of learning and development*. Prentice-Hall, New Jersey.
- KRATHWOHL, D.R. (2002). *A revision of Bloom's taxonomy: an overview. Theory into Practice*, Columbus, v. 41, n. 4, p. 212-218.
- KURI, N. P. (2004) *Tipos de personalidade e estilos de aprendizagem: proposições para o ensino de engenharia*. Tese (Doutorado). Universidade Federal de São Carlos, Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, 324 p.
- KURI, Nídia P.; RODRIGUES DA SILVA, A.N.R.; PEREIRA, M.A. (2006). Estilos de aprendizagem e recursos da hipermídia aplicados no ensino de planejamento de transportes. *Revista Portuguesa de Educação*, v. 19, n. 2, p. 111-137.
- PEREIRA, M.A. (2005). *Ensino-aprendizagem em um contexto dinâmico - o caso de planejamento de transportes*. Tese (Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos, São Paulo, 129 p.
- PEREIRA, M.A.; KURI, N.P.; SILVA, A.N.R. (2004). Os estilos de aprendizagem e o ensino de engenharia de transportes. In: *XVIII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes - ANPET*, p. 1529-1540, Rio de Janeiro.
- PEREIRA, M.A.; KURI, N.P.; SILVA, A.N.R. (2005). Modelos de estilos de aprendizagem auxiliando no planejamento de recursos multimídia para o ensino de engenharia de transportes. In: *World Congress on Engineering and Technology Education*. Bertioga, Brasil.
- TAVARES, C.G. & BELHOT, R.V. (1998). *Uso da tecnologia no processo de ensino*. In: *Simpósio de Iniciação Científica da USP*, v. 2, p. 321, São Paulo.