

# Recomendações de projeto de objetos de aprendizagem: em busca da autonomia na aprendizagem

**Alberto Bastos do Canto Filho**

Eng. Elétrica (EE) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) - Brasil  
alberto.canto@ufrgs.br

**José Valdeni de Lima**

Pós Graduação em Informática na Educação (PGIE - UFRGS)  
valdeni@inf.ufrgs.br

**Luiz Fernando Ferreira**

EE – UFRGS - Brasil  
luff.ferreira@gmail.com

**Magda Bercht 3**

Liane Margarida Rockenbach Tarouco 4  
PGIE - UFRGS  
Brasil  
3 bercht@inf.ufrgs.br  
4 liane@penta.ufrgs.br

## ABSTRACT

The main contribution of this paper is to present recommendations for Multimodal Learning Objects (MLOs) development. A case study aimed to evaluate the potential effectiveness of MLOs developed using the proposed recommendations is presented, comparing performance of students' group who used a MLO with the performance of another group who has learned in traditional expository classroom. Test scores of students' group who used MLO were higher than scores obtained by students' group who learned in a traditional classroom.

## RESUMO

A contribuição principal deste artigo é um conjunto de recomendações que devem ser levadas em conta quando do Projeto de Objetos Multimodais de Aprendizagem (OMAs). Embora não seja tratado neste trabalho o ambiente de autoria de Objetos Multimodais de Aprendizagem, estas recomendações podem servir de base para a construção de um ambiente simples que facilite a fase de autoria.

Estas recomendações também reforçam a construção de OMAs capazes de estimular a autonomia na aprendizagem dos alunos que interagiram com este tipo de objeto.

Para demonstrar a viabilidade das recomendações propostas foi implementado um OMA e aplicado a estudantes de engenharia como estudo de caso. O resultado deste estudo mostrou que o desempenho dos estudantes que utilizaram o OMA foi ligeiramente superior ao desempenho daqueles que assistiram às aulas tradicionais.

## KEYWORDS

Learning Object, Learning Style, Autonomous Learning.

## INTRODUÇÃO

Um dos grandes desafios do uso de Objetos Multimodais de Aprendizagem (OMAs) é a simplificação do processo de autoria dos mesmos. Também, uma das questões relevantes na formação de engenheiros é diminuir o tempo de sala de aula (aulas presenciais) para aumentar o tempo e a dedicação em atividades extraclasse (fora de sala de aula) de forma autônoma (leitura, interações com OMAs, escrita, etc.). Todas as universidades de nível mundial, *top 200 - Times Higher Education World University Rankings 2011-2012* poderiam ser caracterizadas, entre outros fatores, pelo fato de exigirem de seus alunos em torno de 20 horas semanais em sala de aula em vez de 40 horas como é comum nas universidades brasileiras. Este esforço de formar os futuros engenheiros desta maneira, dando-lhes autonomia para atividades extraclasse, já contribui para o surgimento de uma nova geração capaz de se atualizar com mais autonomia.

O uso de OMAs é uma alternativa de não apenas quebrar a formação baseada em aulas tradicionais, mas também capaz de atender um público de alunos mais diverso explorando recursos tecnológicos para um melhor ajuste aos estilos individuais dos estudantes, estilos estes que têm sido foco de pesquisa de diversos autores [2], [10], [11], [14], [23], [24], [25]. Preferências individuais por palavras ou imagens, abordagem do conteúdo de forma analítica ou integradora, maior ou menor nível de interação são alternativas que podem ser exploradas de uma forma mais personalizada por Objetos Multimodais de Aprendizagem, possibilitando alternativas que nem sempre são possíveis nos sistemas tradicionais de ensino ou na aprendizagem com uso de livros.

Esta característica dos OMAs os torna atrativos para um processo de transição gradual entre o calouro, que necessita a mediação de um professor ou tutor, e o engenheiro formado, capaz de atualizar-se com autonomia na aprendizagem.

No entanto, como não há muita clareza sobre as reais possibilidades dos objetos de aprendizagem [8], aquela que seria uma iniciativa de iniciar um processo de busca gradual da autonomia na aprendizagem, poderia ter resultados contrários aos esperados, caso o estudante percebesse que o uso de OMAS prejudicasse o seu desempenho.

A questão que se coloca diz respeito às características que um OMA deve possuir para que ele possa ser utilizado com sucesso para estimular a autonomia na aprendizagem dos estudantes de engenharia?

Neste artigo são apresentadas recomendações para projetos de Objetos Multimodais de Aprendizagem, baseadas no estudo de diversos autores sobre estilos de aprendizagem (ou estilo cognitivo), no uso de recursos de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) e na necessidade de simplicidade dos processos de desenvolvimento e de ensino-aprendizagem suportados por TICs.

É apresentado um estudo de caso realizado na Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, onde se desenvolveu um OMA dentro das recomendações propostas e se comparou o desempenho dos estudantes que utilizaram este OMA com o desempenho de estudantes que tiveram o mesmo conteúdo apresentado pelo sistema tradicional (aulas expositivas).

O artigo está estruturado da seguinte forma:

- Na seção *CARACTERÍSTICAS DA APRENDIZAGEM* são apresentados alguns modelos propostos por diferentes pesquisadores.
- Na seção *RECOMENDAÇÕES PARA O PROJETO DE OBJETOS MULTIMODAIS DE APRENDIZAGEM* são apresentadas recomendações de projeto de objetos multimodais de aprendizagem fundamentadas num subconjunto de variáveis determinantes dos estilos de aprendizagem.
- Na seção *ESTUDO DE CASO* é descrito o estudo de caso realizado, comparando o uso de um Objeto Multimodal de Aprendizagem com uma aula expositiva presencial.
- Na seção *RESULTADOS ENCONTRADOS* são apresentados os resultados da comparação.
- Na seção *CONCLUSÃO* é apresentada uma análise dos resultados e conclusões.

## CARACTERÍSTICAS DA APRENDIZAGEM

A ideia de que cada estudante é um indivíduo único decorre da grande diversidade de fatores que influenciam o aprendizado e o maior ou menor ajuste do estudante a determinados métodos utilizados nas instituições de ensino. Neste sentido, os sistemas de medição de desempenho que tem por objetivo avaliar a proporção em que o estudante alcançou os objetivos educacionais medem não apenas o desempenho *do estudante*, mas a eficácia de todo o processo de ensino-aprendizagem, quando aplicado para aquele estudante. A ideia de sistemas personalizados de ensino aprendizagem surge como uma alternativa de maior

eficácia do que as tradicionais aulas expositivas apresentadas de forma impessoal para turmas com um grande número de alunos.

Nos sistemas tradicionais, o ensino personalizado significa redução do número de estudantes por turma, chegando até um limite ideal das aulas particulares, o que torna esta opção inviável para a maioria dos estudantes e instituições de ensino.

Nos sistemas de ensino-aprendizagem suportados por Tecnologia de Informação e Comunicação (TICs) em geral e nos OMAS em particular o tipo de restrição econômica difere substancialmente das restrições existentes nos sistemas tradicionais: o custo de disponibilizar o OMA é pouco influenciado pelo número de estudantes ou pela sua complexidade. Por outro lado, os custos de desenvolvimento de OMAS são substancialmente superiores ao custo de preparação de uma aula tradicional.

Estas diferenças de paradigma permitem que se projete OMAS visando atender a um grande número de alunos com um nível maior de personalização do que seria possível nos sistemas tradicionais de educação superior, que normalmente possuem restrições quanto à disponibilidade de espaço físico e número mínimo de alunos / professor.

Com o objetivo de apresentar um conjunto de recomendações que simplifique o processo de desenvolvimento de OMAS, nesta seção será realizada uma breve descrição de fatores que influenciam a forma como os estudantes aprendem: os estilos de aprendizagem; a arquitetura cognitiva humana.

## Estilos de Aprendizagem

Diversos autores tem estudado as características individuais que definem o aprendizado:

- Dunn define estilo de aprendizagem como a forma como os indivíduos começam a se concentrar, processam, internalizam e retém informações acadêmicas [10].
- Felder e Brent [12] definem estilo de aprendizagem como a forma característica como os estudantes tomam e processam a informação.
- Grimley e Riding [13] utilizam a expressão Estilo Cognitivo como a abordagem que o indivíduo normalmente utiliza quando processa informação.

Não obstante a existência de diferentes definições, os diferentes modelos propostos possuem como característica comum a análise de fatores (chamados de dimensões por alguns autores) que definem as características individuais de aprendizagem.

A seguir, será apresentada uma breve revisão sobre os modelos desenvolvidos por alguns destes pesquisadores e as dimensões consideradas.

O modelo de **Kolb** [17] é utilizado em sua teoria do aprendizado experimental (*ELT - Experiential Learning Theory*). Neste modelo são consideradas duas dimensões, colocadas na forma de eixos cartesianos: a. a dimensão *AE/RO*, que define a preferência do estudante por aprender através da experimentação ativa (*AE*) ou através da observação e reflexão (*RO*); b. a dimensão

CE/AC, que define se o estudante prefere aprender através de experiências concretas (CE) ou de conceitos abstratos (AC). O modelo de Kolb nomeou quatro estilos, conforme as preferências individuais situem o estudante em um dos quatro quadrantes do diagrama, como mostra a Tabela 1.

Os estilos de Kolb [17] e os de **Honey e Munford** [14] são bastante semelhantes, havendo uma correspondência entre as nomenclaturas dos estilos (Tabela 1).

Quadrante	Estilo	
	Kolb	Honey e Munford
AE,CE	Acomodador	Ativo
RO,CE	Divergente	Reflexivo
RO,AC	Assimilador	Teórico
AE,AC	Convergente	Pragmático

Tabela 1. Estilos de Kolb

**Riding e Cheema** [23] utilizam a expressão Estilo Cognitivo e trabalham com um sistema bidimensional: a. dimensão verbal-imaginária, que identifica a forma preferencial como o indivíduo representa as informações quando pensa; b. dimensão global-analítica, que identifica a preferência individual por integrar informações como um todo ou separar o todo em suas partes constituintes.

O modelo de **Felder e Silverman** [11] opera com quatro dimensões: a. retenção da informação (Visual-Verbal); b. percepção da informação (Sensorial-Intuitivo); c. processamento da informação (Ativo-Reflexivo); e. organização da informação (Sequencial-Global).

O modelo de **Butler** [2] foi desenvolvido a partir de uma única dimensão de processamento de informação, que considera a forma de pensar das partes para o todo (Linear) ou do todo para as partes (Holístico). Esta dimensão foi subdividida em cinco Estilos: Realista, Analítico, Pragmático, Pessoal e Divergente.

### Arquitetura Cognitiva Humana

Ao estabelecer objetivos educacionais no domínio cognitivo, deve-se ter presente a relevância da existência de conhecimentos prévios nos quais os estudantes possam ancorar as novas ideias. Estudantes que possuam diferenças relevantes em termos destes conhecimentos prévios necessitarão abordagens de ensino-aprendizagem diferentes.

Ausubel [1] considera a existência de conhecimentos prévios nos quais o estudante possa ancorar as novas ideias (quantidade e qualidade de subsunçores) como o fator de maior relevância para o aprendizado significativo.

A Teoria da Carga Cognitiva de Sweller [26] fundamenta princípios pedagógicos relacionados ao ritmo de aprendizagem

de cada estudante. Considera capacidade de processamento necessária para a aquisição de esquemas e as questões *sobrecarga cognitiva*, que ocorre quando a capacidade de processamento demandada é superior à capacidade de processamento disponível. Esta teoria considera a existência de dois tipos de memória: memória de longo prazo e memória de trabalho. A relacionadas aos problemas decorrentes da *memória de longo prazo* possui capacidade virtualmente infinita, mas não pode ser acessada direta e conscientemente, havendo a necessidade de uso de uma *memória de trabalho*, que é limitada quanto a sua capacidade e tempo de retenção. Tipicamente, o ser humano consegue lidar com cinco a nove elementos de informação simultaneamente (sete mais ou menos dois), e consegue reter os novos elementos de informação por um tempo máximo de 20s após o último acesso [27].

Baddeley [3] enfatizou a existência de canais independentes de processamento de informações, associados aos modos sensoriais individuais. Esta teoria propõe a existência de dois canais independentes: um canal para lidar com esquemas visuais ou espaciais e outro canal para lidar com as informações auditivas, especialmente a voz. Ao considerar esta teoria na arquitetura cognitiva humana, considera-se também que a utilização simultânea destes dois canais é uma forma de trabalhar com um número maior de elementos de informação, sem que ocorra sobrecarga cognitiva.

### RECOMENDAÇÕES PARA O PROJETO DE OBJETOS MULTIMODAIS DE APRENDIZAGEM

Não obstante o grande potencial das Tecnologias de Informação e Comunicação, o sucesso de sua aplicação a processos de ensino-aprendizagem dependerá do projeto e da implementação realizados.

No projeto de OMA é, em muitos aspectos, semelhante a qualquer projeto de engenharia: devem-se conhecer as necessidades e os recursos. Nos processos de ensino-aprendizagem isto significa a existência de três categorias de condições de contorno: os objetivos educacionais, os recursos tecnológicos e econômicos disponíveis e o conhecimento das características de aprendizagem.

O uso eficaz de Tecnologia de Informação e Comunicação passa pela identificação dos recursos tecnológicos disponíveis e do correto mapeamento entre estes recursos e as características de aprendizagem (Tabela 2).

Característica de Aprendizagem	Recursos de Projeto
Estudantes possuem ritmos diferentes de aprendizagem.	Recursos de interatividade para pausar, avançar, voltar.
Memória de trabalho retém novas informações por 20 segundos.	Projeto segmentado em apresentações de conceitos, com pausa para reflexão após 20s.
Memória de trabalho com número máximo de cinco a nove elementos de informação.	Reduzir o número de conceitos apresentados simultaneamente; Apresentação sequencial.



Alguns estudantes preferem acesso sequencial, outros preferem acesso aleatório.	Alternativas de sistemas de navegação sequencial ou aleatória.
Arquitetura cognitiva humana possui dois canais independentes de informação, um para informações verbais e outro para informações não verbais.	Recursos para apresentação de dois modos (verbal e não verbal) e duas modalidades (auditiva e visual).
Estilos de aprendizagem preferencial com forma de representação verbal ou forma de representação não verbal.	
Estudantes diferenciam-se na sua estrutura cognitiva preliminar.	Realização de testes para avaliação da quantidade e qualidade dos subsunçores.
Alguns estudantes preferem experimentação ativa.	Recursos interatividade.

**Tabela2.** Recursos Demandados X Recursos Disponíveis

Para a proposta aqui apresentada, assume-se como premissa que os recursos tecnológicos disponíveis para a maioria dos estudantes seja um computador pessoal com recursos multimídia e conexão à internet. Naturalmente, a rápida evolução tecnológica que tem ocorrido trará novos recursos, resultará em um novo mapeamento, que incluirá uma maior gama de características relevantes para a aprendizagem.

### Objetivos X Recursos Demandados X Recursos Disponíveis

Os objetivos educacionais são a terceira componente (juntamente com as características de aprendizado e os recursos tecnológicos e econômicos) que define as condições de contorno de um objeto de aprendizado.

Bloom [7] propõe que os objetivos educacionais sejam estabelecidos no domínio cognitivo, afetivo ou psicomotor. Os verbos utilizados em sua taxonomia referem-se a alcançar objetivos que normalmente representarão a alteração de alguma característica individual. Isto é, de certa forma todo o objetivo educacional potencialmente entra em choque com premissas de personalização do ensino-aprendizagem, trazendo necessariamente um desequilíbrio potencial causador de algum desconforto. Por exemplo, nos cursos de engenharia se utilizam intensamente informações visuais tais como plantas, esquemas, diagramas, gráficos, mapas, etc. Não faria sentido o desenvolvimento de OMAs que, em função das características individuais dos estudantes, procurasse trabalhar estes conteúdos verbalmente.

A partir do conhecimento destas três condições de contorno, é possível apresentar um conjunto de recomendações de projetos de OMA.

### Recomendações de Projeto

A conciliação dos objetivos educacionais, com as características

de aprendizagem, e com os recursos tecnológicos disponíveis é condição necessária para que se desenvolvam OMAs eficazes. Ao propor um conjunto de recomendações voltadas para esta conciliação, apresenta-se um fluxo de trabalho que simplifica o processo de autoria.

O Quadro 1 apresenta um conjunto de recomendações de projetos de Objetos Multimodais de Aprendizagem, que serão detalhadas a seguir.

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Estabelecer objetivos educacionais</li> <li>2. Segmentar os objetivos</li> <li>3. Estabelecer os pré-requisitos</li> <li>4. Avaliar</li> <li>5. Permitir ajustes a características individuais: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ritmo</li> <li>• Modos e Modalidades</li> <li>• Alternativas de Navegação</li> <li>• Interatividade</li> </ul> </li> </ol>
---

**Quadro 1.** Recomendações de Projeto

### Objetivos educacionais

A primeira recomendação para o projeto de OMAs eficazes é que se estabeleça claramente os objetivos educacionais. Esta recomendação possui duas perspectivas:

- **Perspectiva de Projeto:** todas as demais especificações de projeto são derivadas dos objetivos educacionais.

- **Perspectiva Educacional:** os objetivos educacionais são objetivos a serem alcançados pelo estudante, que utilizará o OMA como recurso mediador. Isto é, o estudante deve ser informado sobre o objetivo a ser alcançado e, para tanto, este objetivo deve estar claramente apresentado no OMA.

### Segmentar Objetivos

A segmentação de Objetivos também possui duas perspectivas:

- **Perspectiva de Projeto:** ao dividir um objetivo complexo em diversos objetivos mais simples, possibilita-se que um objeto de aprendizagem complexo seja dividido em vários projetos mais simples ou que o projeto seja subdividido em módulos. A subdivisão de um projeto em partes é uma estratégia de trabalho em grupo que possibilita o trabalho simultâneo de diversas equipes, desenvolvendo módulos mais simples, o que potencialmente reduz custos, riscos e prazos de entrega. Além disto, a subdivisão de um OMA complexo em diversos OMA mais simples aumenta a possibilidade de reutilização de conteúdo.

- **Perspectiva Educacional:** segundo a teoria da carga cognitiva [27] as possibilidades de sobrecarga cognitiva crescem exponencialmente com o número de novos elementos de informação tratados simultaneamente. Portanto, ao segmentar um objetivo complexo em vários objetivos mais simples reduz-se o risco de sobrecarga cognitiva.

### Estabelecer pré-requisitos

Segundo Ausubel [1] a quantidade e qualidade dos subsunçores (conhecimentos prévios) nos quais as novas informações são

ancoradas são o fator de maior importância no aprendizado significativo. Portanto, recomenda-se que exista uma clara identificação dos pré-requisitos necessários para que o estudante tenha um aprendizado significativo com o uso de OMA. Esta identificação pode ser feita de diversas formas, que incluem desde uma informação constante no manual de utilização, até a realização de testes de conhecimentos prévios incluídos no próprio OMA..

### Avaliação

Recomenda-se que o potencial dos OMA para realização de avaliações seja explorada de diversas formas:

- Avaliação de pré-requisitos: avaliação utilizada com o objetivo de definir se o estudante possui os pré-requisitos mínimos para aproveitamento do OMA. Pode ser utilizada no início da execução e, em função do resultado apresentar mensagens de alerta, bloquear o acesso, desviar para a execução de outro OMA, ou recomendar uma revisão de conteúdos prévios;

- Avaliação informativa: permite ao estudante receber um retorno sobre o seu aprendizado;

- Avaliação formativa: permite ao docente avaliar o desempenho do estudante. Pode ser utilizado também como fator motivacional, para estudantes que se motivam para estudar quando “vale nota”.

### Ajustes de Ritmo

Uma das funcionalidades que devem ser exploradas nos OMA é o ajuste do ritmo de exposição de conteúdos ao ritmo individual de aprendizagem. Os OMA possuem recursos que possibilitam interromper, voltar ou prosseguir uma apresentação.

Recomenda-se que, para iniciantes, utilize-se como default a apresentação segmentada em trechos de 20 segundos. Isto porque 20 segundos após o último acesso, os novos elementos de informação são perdidos pela memória de trabalho. A interrupção default evita que novas informações sejam apresentadas enquanto o estudante ainda está processando um elemento recém-apresentado.

### Modo e Modalidade

A dimensão Verbal - Imaginária utilizada por Riding e Cheema [23], é bastante similar à dimensão de retenção da informação (*Visual-Verbal*) de Felder e Silverman [11]. Mais recentemente, Moreno e Mayer [21] passaram a utilizar duas dimensões (Modo e Modalidade) para expressar a forma como a informação é adquirida (modo) e representada (modalidade).

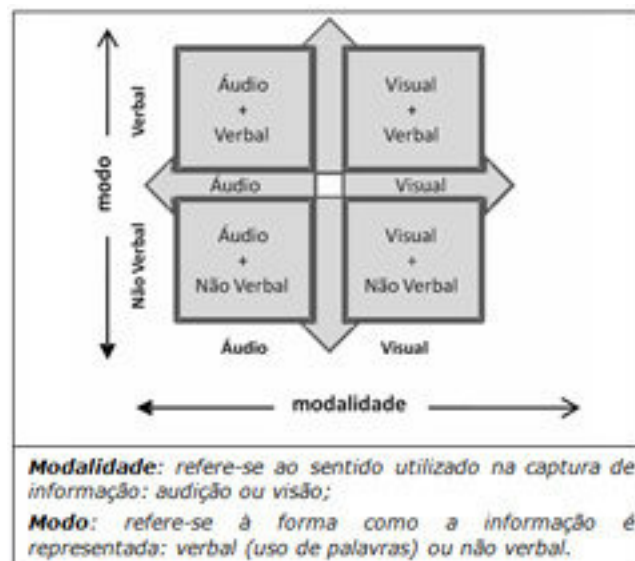


Figura 1. Conceitos de Modo e Modalidade

A figura 1 dispõe as dimensões Modo e Modalidade em eixos ortogonais, permitindo identificar quatro combinações, que denominaremos aqui de “estilos de apresentação da informação”. Moreno e Mayer [21] recomendam que se trabalhe simultaneamente com dois estilos de apresentação da informação, situados em quadrantes opostos da Figura 2, especialmente utilizando a informação verbal no canal de áudio e a informação não verbal na tela, viabilizando assim que se atendam todas as preferências individuais na dimensão verbal-imaginária. Esta mesma recomendação é dada por Van Merriënboer e Sweller [27], como uma alternativa capaz de minimizar o risco de sobrecarga cognitiva. Isto porque os estudos de Baddeley [3], consideram a existência de dois canais independentes de processamento de informação, um para informação verbal/auditiva e outro para informações visuais/espaciais.

Os experimentos de Van Merriënboer e Sweller sinalizaram ainda que, para estudantes com maior nível de conhecimento, o uso de áudio pode ser contraproducente.

Recai-se aqui numa condição em que a recomendação sobre o uso de áudio para informações verbais dependerá do grau de expertise do estudante. A forma mais simples de realizar esta adaptação é possibilitar que o estudante escolha a forma de apresentação mais conveniente para as suas características individuais. Outras alternativas são o próprio OMA inferir a melhor forma de apresentar a informação verbal, a partir dos

testes ou do histórico de utilização, ou executar pela primeira vez no modo iniciante (uso de áudio para informações verbais) e utilizar o modo revisão (informações verbais escritas) a partir do segundo acesso.

### Alternativas de Navegação

A dimensão *Global-Analítica* utilizada no modelo de Riding e Cheema [23], ou a dimensão da organização da informação (*Global-Sequencial*) de Felder e Silverman [11] é também a base do modelo de Butler [2]. Refere-se à preferência do estudante de partir de uma análise sequencial dos detalhes para o todo, ou no sentido inverso, partindo de uma informação global para um detalhamento progressivo. Recomenda-se que o atendimento destas características individuais fique condicionado aos objetivos educacionais, à forma como estes objetivos são segmentados (vide *seção Segmentar Objetivos*, acima), e à interdependência entre os objetivos parciais resultantes da segmentação. Situações em que o conhecimento de um determinado tema é necessário para a abordagem do conteúdo subsequente exigem uma navegação sequencial, independentemente das características individuais dos estudantes. Temas em que a sequência de abordagem é irrelevante, pode-se utilizar um sistema de menus que permita ao estudante escolher aleatoriamente a ordem de abordagem. Finalmente, existe a opção mista, em que se exige que uma navegação sequencial no primeiro acesso e se permite a navegação indexada a partir do segundo acesso, assumindo-se que a partir do segundo acesso ao OMA o estudante esteja fazendo uma revisão.

### Dimensões de Honey, Kolb et al

O termo *teórico* é utilizado por Honey e Munford [14] para descrever um estilo de aprendizagem de estudantes que preferem a observação reflexiva e conceitos abstratos. Este mesmo estilo é chamado de *assimilador* por Kolb [17]. Trata-se do perfil que melhor pode aproveitar aulas expositivas presenciais, ministradas para um grande número de alunos. No quadrante oposto encontra-se o estilo ativo, típico dos estudantes que preferem aprender através da prática e de experiências concretas. O uso de objetos de aprendizagem possibilita que se explorem alternativas de interatividade, viabilizando um aprendizado mais eficaz por parte dos estudantes que tem preferência por lidar com experimentação ativa e experiências concretas. Observe que, na modalidade presencial, a possibilidade de interatividade vai sendo restrita progressivamente à medida que cresce a relação *alunos/turma*. A recomendação de projeto relativa a esta dimensão refere-se à introdução de atividades interativas, que possibilitem que estudantes com um perfil mais ativo encontrem no Objeto de Aprendizagem uma identificação maior com o seu estilo, ao mesmo tempo em que incentive os estudantes mais reflexivos a assumirem uma postura de maior iniciativa.

### ESTUDO DE CASO

O estudo de caso aqui apresentado comparou o desempenho de estudantes de engenharia que utilizaram um OMA desenvolvido a partir das recomendações aqui apresentadas com outro grupo de estudantes que tiveram contato com o mesmo conteúdo através do sistema tradicional (aula expositiva).

O estudo de caso foi desenvolvido na Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, envolvendo 66 estudantes dos cursos de Engenharia Elétrica e Engenharia de Controle e Automação que cursavam a disciplina “Técnicas Digitais”. O tema do OMA - “*Bases Numéricas – Números Binários*” – é normalmente abordado em uma aula presencial expositiva de 90 minutos.

Através de um processo de seleção aleatória, os estudantes foram divididos em dois grupos: a. *grupo OBJ*, que utilizou o objeto de aprendizagem; b. *grupo PRS* que assistiu a uma aula teórica presencial.

Na aula presencial subsequente à apresentação do conteúdo para o grupo PRS, e após dez dias de disponibilização do Objeto de Aprendizagem para o grupo OBJ, realizou-se, sem avisar previamente os estudantes, um teste sobre o conteúdo abordado. Após o teste, o OMA foi disponibilizado também para os estudantes do grupo PRS, e solicitou-se a todos os estudantes que respondessem uma pesquisa de opinião sobre o uso de OMAs. Os resultados destes testes e da pesquisa de opinião são apresentados na *seção Resultados Encontrados*.

### Características do OMA desenvolvido

O desenvolvimento do OMA utilizado no estudo de caso foi realizado com base nas recomendações aqui apresentadas.

Os **objetivos educacionais** do OMA foram especificados como “*Capacitar-se para trabalhar com números naturais em diferentes bases numéricas, construindo a base teórica necessária para o trabalho com sistemas eletrônicos digitais que operam com números binários*”.

Foi realizada uma **segmentação de objetivos** que dividiu o objetivo principal em quatro objetivos parciais: a. entender o sistema decimal; pré-requisito: conhecimento de exponenciação; b. entender os algoritmos de conversão de uma base qualquer para a base dez; c. entender os algoritmos de conversão da base dez para uma base qualquer; d. entender as operações de deslocamento e seu significado matemático. O **pré requisito** especificado é o conhecimento das operações de exponenciação e divisão. Ao final de cada um dos quatro segmentos resultantes da segmentação de objetivos, é realizada uma *avaliação*. O estudante somente poderá avançar se responder as questões. Dependendo da dificuldade da questão, o aluno que errar deverá realizar uma nova tentativa após assistir uma explicação complementar. São atribuídos pontos às questões. Quando o OMA for executado em um ambiente virtual de aprendizagem (como o Moodle, por exemplo), a pontuação é registrada através de interface Scorm. Diferentemente das abordagens normalmente utilizadas para identificação dos estilos de aprendizagem, que fazem uso de questionários para fazer o **ajuste às características individuais de aprendizagem**, optou-se pela construção de um OMA que permitisse ao estudante escolher a alternativa de utilização que melhor se enquadrasse às suas preferências individuais. A exposição de conceitos é subdividida em sessões de duração inferior a 20s. O avanço para a próxima sessão requer que o estudante clique no botão avançar. Esta interrupção ao final de cada sessão tem por objetivo realize o **ajuste do ritmo** de

exposição ao seu ritmo de aprendizagem. Cada uma das sessões de 20s, quando apresentada pela primeira vez, possui duas etapas: na etapa 1, a informação verbal é apresentada utilizando áudio (narração), com a informação não verbal apresentada na forma de uma animação; na etapa 2, que ocorre imediatamente após o encerramento da etapa 1, a informação verbal é disponibilizada na forma visual (escrita). É facultado ao estudante “pular” a etapa 1, indo diretamente para a apresentação escrita da informação verbal, ajustando assim os **modos e modalidades** conforme a sua conveniência. A partir da segunda vez a sessão não executa a etapa 1, mas é possível solicitar a sua visualização. Utilizou-se também uma música de fundo, cujo volume foi reduzido sempre que entra a narração (fade); esta música pode ser desativada se o estudante desejar. Dada a natureza sequencial dos objetivos educacionais especificados na etapa de segmentação de objetivos, adotou-se como **alternativa de navegação** um sistema de misto, no qual se exige uma navegação sequencial na primeira execução do OMA e, a partir da segunda execução, disponibiliza-se o acesso aleatório, permitindo que o estudante selecione os segmentos conforme sua conveniência. A *interatividade* foi implementada através da exigência de intervenção do estudante para que ocorram avanços nos conteúdos abordados. Esta atuação poderá ser simples como um clique no botão avançar, para que a próxima sessão inicie, ou mais elaborada, quando o avanço é condicionado à digitação de respostas às questões propostas.

## RESULTADOS ENCONTRADOS

A Tabela 3 apresenta os resultados obtidos no estudo de caso

Item Avaliado	Grupo	
	OBJ	PRS
Frequência <sup>1</sup>	78%	82%
Desempenho <sup>2</sup>	7.7	7.0

<sup>1</sup>Frequência: no grupo PRS, mede o percentual de alunos presentes na aula presencial e no grupo OBJ mede o percentual de alunos que acessou o objeto de aprendizagem antes da realização da prova (dez dias);

<sup>2</sup>Desempenho: nota obtida em avaliação presencial, realizada sem aviso prévio na aula presencial seguinte àquela na qual foi apresentado o tema.

Tabela 3. *Resumo dos indicadores*

A Tabela 4 apresenta a tabulação de algumas questões colocadas na pesquisa de opinião dos estudantes.

Escolha a opção que melhor expressa seu ponto de vista	
Aprender com objeto de aprendizagem é pior do que aula presencial	22%
Aprender com objeto de aprendizagem é similar à aula presencial	42%
Aprender com objeto de aprendizagem é melhor do que aula presencial	36%

A flexibilidade de horários proporcionada por Objetos de Aprendizagem...	
Atrapalha	16%
Não faz diferença	23%
Ajuda	61%

Executei o Objeto de Aprendizado...	
Num horário em que estou mais disposto do que no horário da aula presencial	57%
Num horário em que estou tão disposto quanto no horário da aula presencial	37%
Num horário em que estou menos disposto do que no horário da aula presencial	6%

Tabela 4. *Pesquisa de Opinião*

A pesquisa de opinião solicitou ainda que os estudantes manifestassem sua opinião de uma forma livre. Destaques: 39% dos estudantes manifestaram preocupação quanto a uma simples substituição de aulas teóricas por objetos de aprendizagem, sem a figura do professor com quem esclarecer dúvidas; 13% manifestaram desconforto com a música de fundo ou com o texto narrado.

## CONCLUSÃO

Este artigo apresentou um conjunto de recomendações para a construção de objetos multimodais de aprendizagem (OMAs). Estas recomendações foram utilizadas para o desenvolvimento de um OMA aplicado em um estudo de caso, em que se comparou o desempenho de estudantes que utilizaram o OMA desenvolvido com o desempenho de estudantes que tiveram contato com o mesmo conteúdo através de aula expositiva presencial. O desempenho dos estudantes que utilizaram o OMA foi levemente superior, e a frequência (percentual dos estudantes que acessaram o OMA) foi inferior à frequência da aula expositiva correspondente.

Foi também aplicado um questionário para investigar a opinião

dos estudantes sobre o uso de OMAs.

Os resultados encontrados sinalizam que os princípios de projeto propostos possibilitam a construção de OMAs eficazes para diversos objetivos relacionados à autonomia da aprendizagem. A evidência de que o desempenho alcançado com o uso de OMAs não é inferior ao desempenho alcançado nos sistemas de aulas expositivas presenciais pode ser utilizada em processos de gestão de mudanças, com o objetivo de vencer os processos naturais de resistência a mudanças de paradigmas. No caso particular de introdução de práticas ensino a distância suportado por TICs, este tipo de evidência poderá diminuir as resistências decorrentes da falta clareza sobre as reais possibilidades dos objetos de aprendizagem [8]. A pesquisa de opinião mostrou que os estudantes, acostumados com os sistemas tradicionais, possuem um receio natural de avançar na necessária autonomia para a aprendizagem. A apresentação destas evidências poderá reduzir os seus receios iniciais, especialmente se houver o adequado esclarecimento de que eles ainda terão o suporte docente, caso necessitem. À medida que sejam desenvolvidos e utilizados OMAs de qualidade adequada, estes receios dos estudantes se reduzirão e será possível avançar para novos estágios de autonomia no aprendizado, estágios estes que utilizem apenas material de leitura, sem a necessidade de OMAs. Também do lado dos docentes e instituições de ensino, as percepções de que o uso de OMAs traz consigo perda de qualidade poderão ser modificadas através de evidências objetivas de que um determinado OMA foi utilizado de forma eficaz em um determinado contexto.

A baixa frequência de acesso ao OMA está associada a aspectos que envolvem a interação com ambientes computacionais [4,6], e deve ser objeto de uma investigação futura que identifique as motivações dos estudantes. Kariya [16] cita, por exemplo, que estudantes online costumam valorizar a conveniência e a flexibilidade. Broadbent & Shane [8] citam que os estudantes mais interessados nas aulas presenciais costumam valorizar a experiência de aprendizado social.

A pesquisa aqui apresentada encontra-se em andamento e, embora os resultados encontrados não possam ser generalizados, as recomendações de projeto propostas para o desenvolvimento poderão ser associadas ao método de avaliação utilizado no estudo de caso, constituindo um processo de desenvolvimento e avaliação de OMAs, que facilite a implantação gradual do ensino a distância e da autonomia no aprendizado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] AUSUBEL, David; NOVAK, Joseph; HANESIAN, H. *Psicologia Educacional*. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- [2] BUTLER, K. A. *Estilos de aprendizagem: as dimensões psicológica, afetiva e cognitiva*. Traduzido por Renata Costa de Sá Bonotto e Jorge Alberto Reichert. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2003.
- [3] BADDELEY, A. (1992). Working memory. *Science* 255: 556-559.
- [4] BEHAR, P. A. A lógica operatória e os ambientes computacionais. In: *Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, 10º, 1999, Curitiba, PR. Anais do SBIE, Curitiba: SBIE/SBC, 1999.
- [5] BEHAR, P. A. et al. Práticas criativas do professor 2.0: atendendo às demandas da ciberinfância. *Revista Novas Tecnologias na Educação*. Porto Alegre: Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação (CINTED - UFRGS), v. 8 n. 2, 2010.
- [6] BERCHT, M. et al. O sujeito afetivo e os ambientes virtuais de aprendizagem. *Revista Novas Tecnologias na Educação*. Porto Alegre: Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação (CINTED - UFRGS), v. 7 n. 3, 2005.
- [7] BLOOM, B.S. *Taxonomy of educational objectives: the classification of educational goals*. New York; Toronto: Longmans, Green. 1956. 207 p. Handbook I, cognitive domain.
- [8] Broadbent, W. H., & Shane, T. R. (2008). Learning and training: They are not the same. *Training and Transfer*, 3, 211-233.
- [9] CLARK, R. C.; MAYER, R. E. *E-learning and the science of instruction: proven guidelines for consumers and designers of multimedia learning*. Sand Francisco: Pfeiffer, 2.ed. 2008.
- [10] DUNN, R. et al. Survey of research on learning styles. *Educational Leadership, USA*, v.46, n.6, p. 50-58, Dec. 1989.
- [11] FELDER, R.M.; SILVERMAN, L.K. Learning and teaching styles in engineering education, *Engineering Education*, [s.l.], v. 78, n. 7, 1988, p. 674-681.
- [12] FELDER, R. M.; BRENT, R. Understanding student differences. *Journal of Engineering Education*, [s.l.], n. 94, v. 1, p. 57-72, 2005.
- [13] GRIMLEY, M; RIDING R. Individual differences and web-based learning. In: MOURLAS, C. et al.(eds.) *Cognitive and emotional processes in web-based education: integrating human factors and personalization*, Hershey: IGI Global, 2009, p. 209-228.
- [14] HONEY, P. i MUMFORD. A. *The Learning Styles helper's guide*. Maldenhead Berks: Peter Honey Publications, 2000.
- [15] NBR 9241-11. *Requisitos Ergonômicos para Trabalho de Escritórios com Computadores*. Rio de Janeiro, ABNT, Ago/2002.
- [16] KARIYA, S. Online education expands and evolves. *IEEE Spectrum*. [n.l.] v 40, p 49- 51. 2003
- [17] KOLB, D. A. et al. *Experiential Learning Theory: Previous Research and New Directions*. 1999. Disponível em: <<http://www.d.umn.edu/~kgilbert/educ5165-731/Readings/experiential-learning-theory.pdf>>. Acesso em 17/4/2012.
- [18] LONGHI, T. L. et al. O sujeito afetivo e os ambientes virtuais de aprendizagem. *Revista Novas Tecnologias na Educação*. Porto Alegre: Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação (CINTED - UFRGS), v.7, n. 3, 2009.
- [19] MAYER, R. E. Introduction to multimedia learning. In: MAYER, R. E. (Ed.). *The Cambridge Handbook of Multimedia*



Learning. New York: Cambridge University Press, 2005.

[20] LOW, R.; SWELLER, J. The modality principle in multimedia learning. In R. Mayer (Ed.), Cambridge handbook of multimedia learning. New York: Cambridge University Press, p. 147–158, 2005.

[21] MORENO, R.; MAYER R. Interactive multimodal learning environments. Educational Psychology Review, [n.l.], v. 19, p. 309–326, 2007

[22] PARRISH, P. E. The Trouble with Learning Objects. Educational technology research and development. , n. 1, v. 52, pp. 49–67, 2004.

[23] RIDING R; CHEEMA I. Cognitive style – an overview and integration. Educational Psychology, [n.l.], v. 11, n. 3-4, p. 193-215, 1991.

[24] RIDING, R. J.; DOUGLAS, G. The effect of cognitive style and mode of presentation on learning performance. British Journal of Educational Psychology. [n.l.], v. 63, n. 2, p. 297–307, 1993.

[25] RIDING, Richard; SMITD, Eugene S. Cognitive style and instructional preferences. Instructional Science. n. 27, 355–371, 1999. Disponível em: <[http://www.ncu.edu.tw/~ncume\\_ee/nsc88cre.ee/nscdsg/nscdsg96-sadler\\_smith-riding-cognitive\\_style\\_instructional\\_preference.pdf](http://www.ncu.edu.tw/~ncume_ee/nsc88cre.ee/nscdsg/nscdsg96-sadler_smith-riding-cognitive_style_instructional_preference.pdf)>. Acesso em 17/4/2012.

[26] SWELLER, J. Cognitive load theory. A special issue of educational psychologist. [n.l.], LEA, Inc, 2003.

[27] VAN MERRIENBOER, JJG; SWELLER, J: Cognitive load theory in health professional education: design principles and strategies. Medical Education, 44:85-93, 2010.

