
Laptops Educacionais de Baixo Custo: Prospectos e Desafios

Leonardo Cunha de Miranda¹, Heiko Horst Hornung¹, Diego Samir Melo Solarte¹,
Roberto Romani¹, Maristela Regina Weinfurter¹, Vânia Paula de Almeida Neris¹,
M. Cecília C. Baranauskas¹²

¹Departamento de Sistemas de Informação
Instituto de Computação – Caixa Postal 6.176
Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP
13.083-970, Campinas, SP, Brasil

²Núcleo de Informática Aplicada à Educação – Caixa Postal 6.176
Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP
13.083-970, Campinas, SP, Brasil

professor@leonardocunha.com.br, heix@gmx.com, dsamirito@gmail.com,
romani@ccuec.unicamp.br, maristelaweinfurter@gmail.com,
neris@ic.unicamp.br, cecilia@ic.unicamp.br

Abstract. *In 2005, the MIT Media Lab initiated a project to develop a laptop of low cost, initially called “laptop of 100 dollars”. In consequence of this project, with implications in the education of children in the whole world, other similar initiatives appeared. The Brazilian government showed interest in the idea and now studies ways to apply it to the system of public education in the country. Considering the initial period of discussion on the question and its relevance for the Brazilian Community of Informatics in Education, this paper presents results of a preliminary analysis of three educational models of laptops in consideration by the Government. The analysis was based on an inspection of the equipment using a semiotic-based framework. Results of analysis point out a wide range of questions that should be discussed by initiatives of research and development of such machines.*

Resumo. *O MIT Media Lab iniciou em 2005 um projeto para desenvolver um laptop de baixo custo, inicialmente denominado de “laptop de 100 dólares”. Em consequência desse projeto, com implicações na educação de crianças em todo o mundo, outras iniciativas similares surgiram. O governo brasileiro mostrou interesse na ideia e estuda formas de aplicá-la ao sistema de ensino público no país. Considerando o estágio ainda inicial de discussão sobre a questão e sua relevância para a Comunidade Brasileira de Informática na Educação, este artigo apresenta e discute resultados de uma análise preliminar realizada em três modelos de laptops educacionais em consideração pelo Governo. A análise baseou-se em uma inspeção dos equipamentos utilizando um framework semiótico. Resultados de análises apontam para questões de amplo espectro que devem ser discutidas pelas iniciativas de pesquisa e desenvolvimento de tais equipamentos.*

Palavras-chave: Interação Humano-Artefato Digital, Laptops Educacionais de Baixo Custo, Laptop de 100 Dólares, Análise Semiótica.

1. Introdução

Os avanços tecnológicos do último século vêm provocando mudanças significativas – e sem volta – na sociedade contemporânea. A idéia de usar computadores para auxiliar na educação infantil não é recente. Segundo Miranda (2006), “Há algumas décadas, diferentes teóricos discutem a inserção das mais diversificadas Tecnologias da Informação e da Comunicação (TICs) no ambiente educacional. Busca-se estabelecer, com essas novas tecnologias, uma melhor qualidade do ensino e ambientes de aprendizagem mais ricos e motivadores para os discentes.”.

Um dos pioneiros na pesquisa em tecnologia de computadores na educação é Seymour Papert (Papert 1980, 1993), do Massachusetts Institute of Technology (MIT). Entre 1958 e 1963 Papert colaborou com Jean Piaget, autor da teoria de aprendizagem da qual Papert derivou o construcionismo, que trata da construção do conhecimento pelo aprendiz por intermédio de alguma ferramenta. Papert, colaborador de Nicholas Negroponte no projeto denominado *One Laptop per Child* (OLPC 2007a), também é conhecido por ter criado em 1967 a linguagem Logo (Papert 1980) – primeira linguagem de programação escrita especialmente para crianças – cuja proposta é auxiliar crianças no aprendizado de conceitos de programação e matemática.

A origem dos computadores portáteis que conhecemos hoje se mistura com a idéia do uso de computadores para a educação de crianças. No final da década de 1960, Alan Kay descreveu um *proto-laptop* intitulado “Dynabook”, uma espécie de PC portátil interativo para ser usado por crianças em educação (OLPC 2007b). A idéia de Kay era que esse artefato digital fosse tão acessível quanto um livro. Recentemente, um novo modelo de *laptop* para ser utilizado na educação foi lançado por Negroponte, o XO, originalmente denominado *One Laptop per Child*, (OLPC 2007a). A OLPC atualmente é uma associação sem fins lucrativos fundada sobre as bases teóricas de aprendizado construcionista, introduzida por Papert e Kay, e também sobre os princípios apontados por Negroponte, seu presidente. O objetivo é produzir, em larga escala, *laptops* projetados para fins educacionais, a um custo de aproximadamente 100 dólares¹, para crianças em idade escolar nos países em desenvolvimento. Em decorrência desta iniciativa, outras propostas similares foram lançadas: Classmate PC da Intel (Classmate 2007) e Mobilis da Encore – Índia (Mobilis 2007).

O governo brasileiro, interessado nessas iniciativas, desde meados de 2005, vem demonstrando seu interesse e investigando os *laptops* educacionais de baixo custo como ferramenta pedagógica de apoio ao processo de ensino-aprendizagem em sala de aula. Com esse foco, o Governo Federal criou o projeto “Um Computador por Aluno” (UCA). Recentemente, um grupo de trabalho foi oficialmente constituído (DOU 2007).

A oferta desses *laptops* educacionais para a tão diversificada população escolar brasileira poderá romper paradigmas, transcendendo tudo aquilo que já vimos e conhecemos até o momento sobre a formação educacional dos alunos brasileiros, visto que a proposta de utilização destes *laptops* se diferencia em alguns pontos de projetos

¹ A iniciativa de tentar produzir *laptops* com um valor aproximado de 100 dólares não é aleatório. Como em média o custo anual de livros didáticos para crianças em idade escolar de países em desenvolvimento é de 20 dólares e o tempo de vida útil dos *laptops* é de 5 anos, busca-se produzir *laptops* com esse valor aproximado (100 dólares).

de informática na educação já realizados anteriormente, por exemplo, devido a: 1) mobilidade dos equipamentos; 2) possibilidade de utilização dos *laptops* no ambiente familiar; 3) Maior quantidade de beneficiados (projeto com maior escalabilidade); 4) custo mais acessível, entre outros.

Esse artigo está organizado da seguinte forma: a segunda seção apresenta o referencial teórico-metodológico utilizado na análise dos artefatos digitais e as questões norteadoras; na terceira seção apresentamos uma síntese dos resultados seguida de discussão; na quarta seção tecemos considerações finais e indicamos possibilidades para a continuidade desta pesquisa.

2. Referencial teórico-metodológico

Para a realização da análise dos três modelos de *laptops* educacionais² – Classmate PC, Mobilis e XO – adotamos como referencial teórico-metodológico a Semiótica Organizacional (SO), um ramo da Semiótica que compreende toda organização como um sistema de signos (OSW 1995). Essa compreensão se baseia na observação fundamental de que todo comportamento organizado é afetado pela comunicação e interpretação de signos pelas pessoas, individualmente ou em grupos.

No contexto de Sistemas de Informação, a Semiótica Organizacional tem se mostrado relevante não somente ao entendimento e à análise do problema, mas também ao desenvolvimento de sistemas computacionais (Liu 2000). O escopo da SO inclui tanto aspectos internos de uma organização ou grupo social, como também interações com o ambiente e com outras organizações. A SO fornece artefatos que propiciam a descrição, análise e entendimento da estrutura e do comportamento organizacionais.

No entendimento da interação de pessoas com sistemas de informação, pode-se dizer que as abordagens puramente cognitivas focalizam o ser humano interagindo com a interface: o seu sistema motor, a sua percepção, aprendizagem e outros processos mentais; já as abordagens semióticas possibilitam uma perspectiva interpessoal, social, cultural, focada na expressão e interpretação dos signos (Oliveira e Baranauskas 1998). Assim, o referencial da SO é utilizado aqui para a análise dos *laptops* educacionais, uma vez que se espera investigar tais artefatos considerando também os aspectos relacionados aos níveis formal e informal do uso desses equipamentos pela organização (governo) ou grupo social (aprendizes, professores, comunidade).

A Escada Semiótica (ES) é um artefato da Semiótica Organizacional (Liu 2000; Stamper 1973) que possibilita clarificar alguns conceitos essenciais a qualquer sistema de informação como informação, significado e comunicação (Cordeiro e Filipe 2004). Baranauskas et al. (2003) mostraram sua utilidade como espaço de análise da interação via interfaces de usuário em outros contextos de sistemas computacionais. Às divisões semióticas tradicionais de sintática, semântica e pragmática Stamper (1973) adicionou três outras divisões: mundo físico, mundo social e empírico que, como um todo, formam o *framework* semiótico como ilustrado pela ES na Figura 1. Os seis níveis da Escada Semiótica favorecem visões diferentes para análise de diferentes aspectos dos signos. Uma breve descrição de cada nível é apresentada a seguir, conforme Bonacin (2004):

² Os *laptops* são apresentados por ordem alfabética do nome comercialmente utilizado por cada artefato.

- 1. Mundo Físico:** Neste nível os signos são estudados em sua forma física. Suas propriedades como tamanho, formato e mídia, o *hardware* utilizado para enviá-los, guardá-los e os processamentos de sinais são analisados;
- 2. Empírico:** As propriedades estatísticas dos signos são estudadas neste nível. Os signos são vistos como seqüências de sinais não considerando seus significados. De acordo com Liu (2000) algumas questões a serem estudadas neste nível referem-se a codificações, medidas de entropia, transmissões de sinais, capacidade do canal etc.;
- 3. Sintático:** Neste nível estruturas complexas da linguagem são analisadas. As regras utilizadas para compor signos complexos são descritas neste nível;
- 4. Semântico:** O relacionamento entre um signo e o objeto a que ele se refere é estudado neste nível. A partir do conceito de “significado comportamental” (Stamper 1973), os significados são construídos, constantemente testados e modificados através do uso dos signos, agindo como a ligação operacional entre os signos e a prática;
- 5. Pragmático:** No nível pragmático os propósitos do uso dos signos são analisados. Este degrau da ES tem foco no relacionamento entre os signos e o comportamento dos agentes. A comunicação e a relação com a informação são expressas neste nível;
- 6. Mundo Social:** As relações entre o uso dos signos e o seu efeito no contexto social são analisadas neste nível. Por exemplo, conversas devem seguir convenções sociais ao mesmo tempo em que elas podem alterar o contexto social. Atos de comunicações podem invocar, violar ou alterar normas sociais.



Figura 1. Escada Semiótica adaptado de Stamper (1973)

Na Tabela 1 apresentamos algumas das questões que orientaram a análise inicial do domínio em questão, apresentadas nos seis níveis da Escada Semiótica.

Tabela 1. Instanciando a ES no domínio de análise dos laptops educacionais

Nível	Questões iniciais envolvidas
Mundo Físico	Qual a infra-estrutura disponível nos (e para os) <i>laptops</i> ? Essa infra-estrutura é suficiente para sua operação? Quais os canais disponíveis?
Empírico	Que larguras de banda são suficientes para transmissão/comunicação via artefato? Quando a redundância é necessária?
Sintático	Que tipo de linguagem os <i>laptops</i> oferecem? Como os canais disponíveis são articulados? Quais as tecnologias envolvidas? Que especificações técnicas seguem?
Semântico	Que significados são atribuídos? Comunicados?
Pragmático	Que tipo de uso será feito dos <i>laptops</i> ? Que atividades serão apoiadas? Como o grupo negocia significados a respeito do artefato?

Nível	Questões iniciais envolvidas
Mundo Social	O quê caracteriza o grupo social no qual os <i>laptops</i> serão inseridos? Quem precisa participar e ser ouvido a respeito? Quais significados, valores e práticas sociais são compartilhados a respeito de TIC? Quais os compromissos assumidos? Que leis, normas e recomendações seguem?

3. Resultados preliminares da análise

A análise de que trata este artigo foi realizada com base na inspeção de três artefatos (Figura 2) por sete integrantes do Grupo de Pesquisa em Interação Humano-Artefato Digital (InterHAD) do Instituto de Computação da Universidade Estadual de Campinas (IC/UNICAMP), após instanciamento do referencial da Escada Semiótica para o problema em questão (Tabela 1) e formulação inicial das questões a serem investigadas para cada degrau da ES. O tempo de atividade de investigação foi de 6h para cada Analista. Cada questão era investigada por uma dupla individualmente nos três *laptops*. Após a análise individual, a dupla discutia os resultados e documentava-os. Vale mencionar que durante a análise novas questões foram surgindo e, após discussão pela dupla que levantou a nova questão, esta era incorporada ao roteiro inicial de análise.



Figura 2. Os três modelos de laptops educacionais de baixo custo analisados (da esquerda para direita: Classmate PC, Mobilis e XO)

Apresentamos, resumidamente³ a seguir (Tabela 2) os dados da análise das questões de investigação aplicados aos três artefatos, agrupados em duas partes. A primeira parte refere-se à plataforma tecnológica (níveis mundo físico, empírico e sintático da ES) e a segunda refere-se aos sistemas de informação humano (níveis semântico, pragmático e mundo social da ES).

Tabela 2. Síntese do resultado da análise dos laptops educacionais

Característica		Classmate PC	Mobilis	XO
Plataforma Tecnológica	Especificação Técnica	Intel Celeron M; 900 MHz; 256 MB RAM; Tela de 7,0"; 2 GB de memória Flash; LAN 10/100 Mbps; WLAN 802.11 b/g; 2 portas USB	Intel PXA; 400 MHz; 128 MB RAM; Tela de 7,0"; 128 MB de memória Flash; LAN 10/100 Mbps; WLAN 802.11 b/g; rede mesh; 2 portas USB	AMD Geodegx; 366 MHz; 128 MB; Tela de 7,5"; 512 MB de memória Flash; WLAN 802.11 b/g; rede mesh; 3 portas USB
	Sistemas operacionais que podem ser utilizados	Linux (baseado em SUSE) com ambiente gráfico KDE, e Windows	Linux (baseado em Fedora Core), e ambiente gráfico KDE	Linux (baseado em Fedora Core) com ambiente gráfico Sugar, e Windows

³ Resultados detalhados da análise sócio-técnica dos *laptops* em questão estão publicados em um relatório técnico do Instituto de Computação da Universidade Estadual de Campinas (Miranda et al. 2007).

Característica		Classmate PC	Mobilis	XO
	<i>Softwares</i> instalados	<i>Softwares</i> da distribuição base (SUSE)	Alguns <i>softwares</i> com foco educacional	<i>Softwares</i> específicos para o ambiente gráfico do XO (Sugar)
	Entrada de dados (padrão)	Teclado (convencional) e <i>touch pad</i>	Teclado e caneta <i>stylus</i> (tela sensível ao toque)	Teclado e <i>touch pad</i>
Sistemas de Informação Humano	Metáforas da interface gráfica	Desktop	Desktop	Novo paradigma de interface baseado no conceito de atividades
	Intenção de uso	Mobilidade e foco no professor	Mobilidade e foco no usuário final	Mobilidade e foco no aluno
	Natureza dos <i>softwares</i> disponíveis	<i>Softwares</i> herdados de trabalho de escritório	<i>Softwares</i> herdados de trabalho de escritório	<i>Softwares</i> com foco educacional e colaborativo
	<i>Design</i>	Padrão de <i>laptop</i> convencional, apenas reduzido	Padrão de dispositivos móveis como pocketPC etc.	<i>Hardware</i> e <i>software</i> apresentam <i>designs</i> diferenciados
	Personalização	Não apresentam a possibilidade de alteração de cores da sua carcaça, apenas do ambiente gráfico com algumas restrições de cada ambiente		
	Modelo de negócio	Comercial	Comercial	Exclusivo para projetos governamentais

3.1. Discussão

De forma geral, a característica de mobilidade dos *laptops* permitirão seu emprego em diferentes espaços da escola, não limitando seu uso apenas aos “laboratórios de informática”. Além disso, a possibilidade de o aluno levar os *laptops* para casa poderá ajudar a promover a inclusão digital de seus familiares e das pessoas de seu entorno.

A distribuição de milhares de *laptops* pelo projeto UCA, como vem sendo anunciada, poderá beneficiar uma parcela significativa da população ainda não atingida por projetos de inclusão digital do Governo. Conjeturamos que o custo mais acessível desses *laptops*, caso sejam comercializados no mercado nacional, permitirá que outros segmentos da população também façam uso desse artefato (por exemplo, brasileiros que não possuem filhos em idade escolar). Por outro lado, a não comercialização dessas máquinas no mercado nacional poderá criar diferenças de experiências e vivências com as TICs entre os beneficiados pelo Projeto e outros cidadãos.

As três soluções centraram sua arquitetura de baixo custo partindo das características funcionais dos *laptops* convencionais. Considerando a finalidade dos *laptops* de baixo custo, esta análise tomou o referencial da SO como base, guardando a prudente distância de quadros comparativos com *laptops* comerciais (*laptop* convencional), dada a marcada diferença de objetivos. Sobre os *laptops* analisados, cabem algumas considerações de ordem comparativa:

Classmate PC: O Classmate PC tem como principal vantagem uma maior capacidade de processamento se comparado com o XO e o Mobilis, assemelhando-se muito seu *design* com um *laptop* convencional. O maior consumo de energia comparado com os outros dois modelos parece ser a sua principal desvantagem.

Mobilis: Sua principal vantagem em relação aos demais é a tela sensível ao toque. Seu teclado é muito reduzido o que dificulta muito a produção de textos; seu poder de processamento é próximo ao do XO.

XO: Sua capacidade de processamento não é tão boa quanto a do Classmate PC e seu *design* considerando como produto (*hardware*, *software* e empacotamento) apresenta alguns problemas (várias observações registram que as pessoas, em um primeiro contato com a máquina, têm dificuldades até para abri-la). O ambiente gráfico, denominado Sugar, foi desenvolvido pelo MIT especialmente para o XO. Esse é outro grande diferencial do XO em relação ao Classmate PC e ao Mobilis, pois estes últimos utilizam o KDE como o ambiente gráfico padrão. O fato de o *laptop* XO apresentar um ambiente gráfico especial traz vantagens e desvantagens. Vantagens porque sendo desenvolvido especialmente para o processo de ensino-aprendizagem poderá facilitá-lo (ferramentas de *software* que acompanham o XO, como por exemplo, o editor de texto possui de forma nativa funcionalidades que permitem seu uso de maneira colaborativa entre os usuários de diferentes *laptops*) e desvantagens porque pode dificultar o aproveitamento de *softwares* educativos já desenvolvidos (que terão que ser adaptados ao Sugar).

Em termos ergonômicos, pode-se dizer que o tamanho dos *laptops* é coerente com as dimensões necessárias para uso de uma criança, mas características como: flexibilidade, uso simples e intuitivo, fácil percepção da informação, entre outros, parece não ter sido o foco de *design* dessas máquinas. Ainda, é necessário analisar a iconografia de sua interface de usuário, impacto que pode ter a longo prazo uma tela muito pequena e, no uso do Mobilis, o teclado, que não oferece comodidade para a escrita, já que o tamanho de suas teclas lembra o de uma calculadora.

No que tange a conectividade dos *laptops* a uma rede de dados para, por exemplo, permitir o acesso a Internet, deve-se observar: 1) a necessidade de um Access Point⁴ para acesso à rede pode limitar as possibilidades de acesso em “qualquer lugar”, além de encarecer o processo; 2) a necessidade de manter o Access Point com um “nível de segurança baixo” – por exemplo, com *broadcast* SSID (Service Set Identifier) habilitado, filtros de MAC (Media Access Control) *address* desabilitados, entre outros – pode comprometer toda a rede de computadores que está fornecendo o acesso, tornando os *laptops* e a rede provedora de acesso vulneráveis a invasões.

No contexto das implicações sociais do emprego desses artefatos destacamos necessárias respostas a várias questões, entre elas: Como cada modelo de *laptop* propõe solução à segurança da criança que usa o artefato? Por exemplo, através do uso de mecanismos de rastreamento ou ativação biométrica? Quais são as implicações dessas soluções?; Quais as implicações sociais decorrentes da não comercialização dos *laptops* educacionais de baixo custo no “mercado tradicional”?

Situando os *laptops* no contexto da educação, é claro que estes dispositivos, por si só, não são suficientes à solução dos problemas de ensino e aprendizagem, mas podem promover a aproximação à tecnologia para pessoas de poucos recursos, sempre e quando sejam complementados com estratégias que ajudem no seu processo de apropriação. Isso implica na necessidade de pesquisas na área que permitirão mostrar

⁴ É o equipamento que viabiliza os meios para que dispositivos com interface *wireless* possam ter acesso a rede principal de comunicação de dados.

bons produtos de *software* e bons usos dos *laptops*. Em particular, pensamos que os artefatos, bem como os aplicativos disponíveis nas três soluções deveriam ser motivados por resultados de estudos de necessidades e competências de seus usuários (alunos, professores, pais e outras partes interessadas). Acreditamos que a comunidade acadêmica deve assumir sua responsabilidade e influenciar no seu *design*, desenvolvimento de aplicações e práticas educacionais mediadas por essa tecnologia.

Da análise preliminar desses artefatos, novas questões surgiram em cada degrau da Escada Semiótica que merecem nova investigação e podem orientar iniciativas de uso dos *laptops* de baixo custo e se integrar ao debate:

No Mundo Social: Esses *laptops* são de fato acessíveis a *todos*, incluindo crianças com deficiências? Quais as consequências políticas da inserção desses *laptops* na escola? O plano de Governo no UCA inclui formação de professores para uso dessa e outras tecnologias na educação de crianças e jovens? A quem cabe a responsabilidade pela manutenção dos equipamentos? Quem executará e quem arcará com os custos? O plano de Governo no UCA considera o tempo de vida útil das máquinas? Quanto tempo esses equipamentos poderão ser utilizados pelas crianças sem se tornarem obsoletos?

No Pragmático: Que relação é possível estabelecer entre o professor e as máquinas dos alunos? Há possibilidade de o professor “enxergar” os *laptops* remotamente? O aquecimento físico dos *laptops* em algumas áreas da sua carcaça pode prejudicar sua utilização por crianças? Pode influenciar em sua mobilidade? A autonomia das baterias e seu tempo de carga são suficientes para o tempo e objetivos pedagógicos?

No Semântico: Que sentidos seus usuários constroem para os *laptops*? Como se apropriam deles? Os rótulos das teclas dos *laptops* são significativos para os alunos? A linguagem gráfica/visual de interação faz sentido para seus usuários?

No Sintático: É possível utilizar tecnologia assistiva (*software*) com os *laptops*? Com que facilidade o usuário pode instalar aplicativos nos *laptops*? Com que facilidade o professor pode, ele próprio, desenvolver aplicações para o *laptop*? É possível integrar os três *laptops* (Classmate PC, Mobilis e XO) numa mesma proposta pedagógica?

No Empírico: Em relação à comunicação no ambiente real de ensino das escolas brasileiras, paredes de alvenaria/divisórias podem afetar a comunicação dos *laptops*? Qual é o alcance da comunicação entre os *laptops* no ambiente de sala de aula? A que distância máxima dois *laptops* podem se comunicar entre si e com o ponto de acesso?

No Mundo Físico: Que *hardwares* de acessibilidade podem ser utilizados com os *laptops*? Alguma mudança na rede elétrica das escolas é necessária para sua utilização?

4. Considerações finais e direções para trabalhos futuros

No contexto de Brasil, vivemos enormes diferenças sócio-econômicas, culturais, regionais e de acesso à tecnologia e ao conhecimento. Esse é um cenário para o qual não existem experiências nas quais possamos nos inspirar, onde o desafio é único: fazer com que as Tecnologias da Informação e da Comunicação, via suas interfaces de usuário beneficiem o conjunto dos cidadãos, promovendo o processo de constituição de uma sociedade mais justa e aberta às diferenças (Baranauskas e Souza 2006). A inserção de *laptops* educacionais de baixo custo na tão diversificada sociedade brasileira pode contribuir nesse processo, criando mecanismos para a promoção de uma formação ampla para os estudantes: educacional, ambiental, política etc. No entanto,

para tal, se faz necessário analisar e discutir as questões tecnológicas bem como as de impacto social e cultural advindas da inserção desses *laptops* nas escolas brasileiras.

Acreditamos que a inserção desses artefatos na comunidade escolar, aliada com a possibilidade dos alunos levarem os *laptops* também para o ambiente familiar potencializará a utilização desses artefatos pelos seus familiares, implicando em consequências ainda não conhecidas. A escalabilidade do projeto UCA que está associada à aquisição e distribuição de milhares desses *laptops* poderá provocar consequências – positivas esperamos – de cunho social.

Embora o referencial teórico-metodológico utilizado nesta pesquisa vá muito além dos aspectos tecnológicos, a inspeção realizada neste trabalho teve base no espaço de análise da plataforma tecnológica envolvida nas soluções em questão. Certamente uma análise das questões relativas aos três níveis superiores da Escada Semiótica (semântico, pragmático, e mundo social), exige um espaço de análise mais amplo, onde o uso em situação de ensino-aprendizagem possa ser observado diretamente. Entendemos que a análise dos três primeiros níveis é pré-condição para uma análise mais aprofundada dos três níveis superiores. O impacto no nível pragmático do emprego dos *laptops* educacionais na sociedade brasileira está nitidamente relacionado com algumas soluções tecnológicas que são adotadas por esses artefatos. Questões relativas aos três níveis superiores da ES devem ser respondidas a partir da observação do uso dos *laptops* nas escolas-piloto que participam do UCA e projetos educacionais semelhantes.

A promoção do processo de constituição de uma sociedade mais justa e aberta às diferenças demanda que todo aluno deva ter, de maneira irrestrita e inclusiva, acesso ao equipamento e à possibilidade de interagir para ter acesso ao conhecimento. Assim, as interfaces de *hardware* e de *software* desses equipamentos devem permitir o acesso universal e para tal, seus projetos deveriam ser pautados pelos princípios do Design Universal (Trace 2006). Depois de concluída a análise preliminar ficaram nítidos os desafios de *design* dos três modelos de *laptops*; como trabalho futuro propomos um aprofundamento de questões relativas ao *design* da interação desses três artefatos, buscando analisar aspectos de acessibilidade, usabilidade, *affordances* dos elementos de *design*, entre outras. Também consideramos relevantes, visto a grande entrada da televisão em nosso país (IBGE 2006), investigar a possibilidade de sua integração com a Televisão Digital Interativa potencializando o acesso universal a informação e ao conhecimento pelos cidadãos brasileiros.

Agradecimentos

Este trabalho contou com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq (476381/2004-5) e do Núcleo de Informática Aplicada à Educação da Universidade Estadual de Campinas (NIED/UNICAMP).

Referências bibliográficas

- Baranauskas, M.C.C. e Souza, C.S., 2006. Desafio 4: Acesso Participativo e Universal do Cidadão Brasileiro ao Conhecimento. *Computação Brasil*, ano VII, número 23.
- Baranauskas, M.C.C., Liu, K. e Chong, S., 2003. Website Interfaces as Representamina of Organizational Behaviour. *Dynamics and Change in Organizations – Studies in Organizational Semiotics*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

-
- Bonacin, R., 2004. Um Modelo de Desenvolvimento de Sistemas para Suporte a Cooperação Fundamentado em Design Participativo e Semiótica Organizacional. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) – Universidade Estadual de Campinas.
- Classmate, 2007. Classmate PC. Disponível em: <<http://www.intel.com/intel/worldahead/classmatepc>>. Acesso em: 8 jun. 2007.
- Cordeiro, J. e Filipe, J., 2004. The Semiotic Pentagon Framework – A perspective on the use of Semiotics within Organisational Semiotics. Proceedings of the 7th International Workshop on Organisational Semiotics.
- DOU, 2007. Diário Oficial da União. Portaria n.º 8, de 19 de Março de 2007. Publicada no Diário Oficial da União de 21 de Março de 2007, Seção 2, pág. 9.
- IBGE, 2006. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios: 2005.
- Liu, K., 2000. Semiotics in Information Systems Engineering. Cambridge University Press. Cambridge.
- Miranda, L.C., 2006. RoboFácil: Especificação e Implementação de Artefatos de Hardware e Software de Baixo Custo para um Kit de Robótica Educacional. Dissertação (Mestrado em Informática) – Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- Miranda, L.C., Hornung, H.H., Solarte, D.S.M., Romani, R., Weinfurter, M.R., Neris, V.P.A. e Baranauskas, M.C.C., 2007. Laptops Educacionais de Baixo Custo: Análise Preliminar Baseada na Escada Semiótica. Relatório Técnico do IC/UNICAMP. IC-07-019.
- Mobilis, 2007. Mobilis. Disponível em: <<http://www.ncoretech.com/products/ia/mobilis>>. Acesso em: 8 jun. 2007.
- Oliveira, O. e Baranauskas, M.C.C., 1998. A Semiótica e o Design de Software. Relatório Técnico do IC/UNICAMP. IC-98-09.
- OLPC, 2007a. One Laptop per Child (OLPC). Disponível em: <<http://www.laptop.org>>. Acesso em: 8 jun. 2007.
- OLPC, 2007b. One Laptop per Child (OLPC). Progress. Disponível em: <<http://laptop.org/en/vision/progress>>. Acesso em: 27 jun. 2007.
- OSW, 1995. The circulation document in the Organizational Semiotic Workshop, Enschede.
- Papert, S., 1980. Mindstorms: Children, Computers and Powerful Ideas. New York: Basic Books.
- Papert, S., 1993. The Children's Machine: Rethinking School In the Age of the Computer. New York: Basic Books.
- Stamper, R.K., 1973. Information in Business and Administrative Systems, John Wiley and Sons, New York.
- Trace, 2006. General Concepts, Universal Design Principles and Guidelines. Disponível em: <http://trace.wisc.edu/world/gen_ud.html>. Acesso em: 20 maio 2007.