

ISSN 1695-288X

*Volumen 3
Número 2*

2004

GILBERTO LACERDA SANTOS Y CAMILA BRASIL BRAGA

O uso do computador na educação infantil:
um estudo de caso no distrito federal

MAÍSA PIERONI DE LIMA

Comunidades de aprendizagem em meios organizacionais

MARCELO GIORDAN Y JACKSON GÓIS

Telemática educacional e ensino de química: considerações
em torno do desenvolvimento de um construtor
de objetos moleculares.

**MARIA DE FÁTIMA C. DE SOUZA; MAURO C. PEQUEÑO;
JOSÉ AIRES C. FILHO Y CIDCLEY T. DE SOUZA**

Uma metodologia de apoio à seleção de softwares
educativos para o ensino de matemática

MIRZA SEABRA TOSCHI

Processos comunicacionais em ead: políticas, modelos e teorias

VANI MOREIRA KENSKI

Reflexões e indagações sobre a sociedade digital e
a formação de um novo profissional / professor

La *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa* (ISSN: 1695-288X) tiene como objetivo principal ser un puente en el espacio latinoamericano entre expertos, especialistas y profesionales de la docencia y la investigación en Tecnología Educativa. En la misma pretendemos publicar todas aquellas aportaciones científicas relacionadas, directa o indirectamente, con este amplio campo del conocimiento científico: investigaciones, experiencias, desarrollos teóricos, etc., generales o centradas en niveles educativos concretos. Están invitados a colaborar, por tanto, profesores universitarios, investigadores, gestores educativos, maestros y profesores de Educación Infantil, Educación Primaria y Secundaria, doctorandos, agentes sociales y políticos relacionados con la Educación, etc. Éstos, asimismo, son sus destinatarios principales, aunque su amplia difusión por Internet hace que sea ofrecida a un público mucho más general, prácticamente el que corresponde a toda la comunidad educativa internacional.

La revista se edita digitalmente, pero mantiene todas las características de las revistas impresas tradicionales. Los artículos aparecerán en formato PDF, convenientemente maquetados y numerados al estilo de las revistas clásicas. En este sentido, por lo tanto, facilitamos su distribución y la citación científica de la misma en todas las normas vigentes. La impresión directa de los capítulos ofrece la posibilidad de disponer de la revista completa en papel, aunque también puede ser consultada en los principales formatos digitales actualmente existentes, incluido el libro electrónico. Podemos decir, de modo general, que se trata de una nueva publicación que aprovecha todas las ventajas que nos ofrecen las nuevas tecnologías para facilitar la edición y la distribución de la misma, teniendo en cuenta, además, la vertiente ecológica de publicar sin necesidad de papel. No podemos olvidar tampoco las posibilidades específicas que brinda la edición electrónica, como es el caso del acceso rápido y cómodo a cualquier artículo de cada número con sólo hacer un clic en el índice inicial o los determinados hipervínculos que pueden introducir los autores que así lo deseen en sus artículos.

ENVÍO DE ARTÍCULOS Y SISTEMA DE SELECCIÓN DE ORIGINALES PARA SU PUBLICACIÓN

Para participar con sus colaboraciones en la revista están invitados todos los miembros de la comunidad educativa, especialmente investigadores y profesores de los distintos niveles educativos, con temáticas relacionadas necesariamente con la Tecnología Educativa.

Los criterios para seleccionar los artículos estarán condicionados por la calidad de los mismos. Las colaboraciones serán inéditas y originales, y se admitirán para su evaluación todas aquellas que pertenezcan al ámbito latinoamericano o cuya temática tenga una relación directa o indirecta con el mismo.

Los artículos deberán tener un máximo de 7000 palabras y un mínimo de 2000, y serán enviados en formato RTF. Pueden estar redactados en español o portugués, y se indicará específicamente el lugar del trabajo del autor o autores. El artículo deberá estar precedido de un resumen del mismo en dos idiomas (a elegir entre español, portugués o inglés, con preferencia de los dos primeros), de un máximo de 300 palabras, así como al menos cinco palabras claves también en los idiomas elegidos.

Las normas de citación, incluidas las referencias bibliográficas, deberán estar regidas por el estilo de la APA, recogidas en el *Publication Manual of American Psychological Association* (1994, cuarta edición), al entender que son las que se encuentran más extendidas en el mundo de la investigación educativa. Junto al artículo deberá incluirse un breve Curriculum Vitae del autor o autores, en el que se especifiquen especialmente los últimos trabajos de investigación publicados. Las propuestas de colaboración recibidas serán enviadas a dos miembros del Comité Científico del Consejo Editorial para su evaluación. En un plazo máximo de tres meses se ofrecerá una respuesta, bien sea para indicar la aceptación del artículo o para explicar los motivos por el cual no ha sido admitido. En este último caso, y así lo estiman los miembros del Comité Científico, podrán remitirse algunas sugerencias de modificación a su autor para aceptar su publicación. El sistema de arbitraje, por tanto, están basado en la revisión de evaluadores externos.

Los artículos deben ser enviados al Director de la *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, a la siguiente dirección de correo electrónico: jgomez@unex.es. También serán admitidas colaboraciones por correo tradicional, siempre que estén acompañadas de un soporte informático, que podrán ser remitidas al Director, *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, Departamento de Ciencias de la Educación, Facultad de Educación, Campus Universitario, Avda. de Elvas s/n, 0670 Badajoz (España). Por favor, se solicita que todos los artículos remitidos se ajusten a las normas aquí indicadas.

EJEMPLO DE LAS NORMAS DE CITACIÓN

CITAS EN EL TEXTO:

Obras con un autor: Mateos (2001) comparó los estudios realizados por... / ...en un reciente estudio sobre nuevas tecnologías en la educación (Mateos, 2001)... / En 2001, Mateos realizó un estudio sobre... /

Obras con múltiples autores (cuando un trabajo tiene dos autores, se citan ambos nombres cada vez que la referencia ocurre en el texto; cuando un trabajo tiene más de tres o más autores se citan todos la primera vez que aparece la referencia en el texto, mientras que en las citas siguientes del mismo trabajo se escribe sólo el apellido del primer autor seguido de et al. y el año de publicación): Morales y Vallejo (1998) encontraron... / Almeida, Manzano y Morales (2000)... / (posteriores) Almeida et al. (2000).

Citas textuales (cuando las citas directas son de menos de 40 palabras se incorporan a la narrativa del texto entre comillas, pero cuando son mayores se destacan en el texto en forma de bloque, usando la tabulación; en ambos casos se indica el número de página de la cita): "en los últimos años está aumentando el interés por el estudio de las nuevas tecnologías en Educación Infantil" (Mateos, 2001, p. 214).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

Libro: Novak, J. D. (1982). *Teoría y Práctica de la Educación*. Madrid: Alianza Editorial.

Capítulo de libro: Blanco, J. M. y O'Neill, J. (1992). Informática y ordenadores en el aula. En B. R. Gómez (Ed.). *Bases de la Tecnología Educativa* (4ª ed., pp.107-123). Buenos Aires: Paidós.

Artículo: Olmos, E. H. (1995). Theories of Instructional Design. *Educational Technology*. 37 (1), 29-34.

PERIODICIDAD Y FECHA LÍMITE DE RECEPCIÓN DE ORIGINALES

La periodicidad de la *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa* es de dos números por año. La fecha límite de recepción de artículos para su evaluación corresponde al 31 de marzo para el primer número y el 31 de agosto para el segundo número.

COPYRIGHT

© *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*. No es necesario el permiso de la revista y los autores para la reproducción de tablas, figuras, gráficos o texto inferior a 150 palabras, aunque se solicita que se cite a la fuente original (© [año] *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*). Tampoco es necesario ningún permiso para el empleo de la revista en las clases o para la reproducción de la misma con fines educativos o científicos. En todos los demás casos deberá solicitarse el oportuno permiso, conforme a la legislación internacional en materia de protección intelectual, a la dirección de la revista y al autor o autores de los artículos que pretendan difundirse.

REDACCIÓN

Departamento de Ciencias de la Educación, Facultad de Formación del Profesorado, Campus Universitario, Avda. de la Universidad, s/n, 10071 Cáceres (España). Teléfono: 34 927 25 70 50 . Fax 927 25 70 51. E-mail: jevabe@unex.es

Departamento de Ciencias de la Educación, Facultad de Educación, Campus Universitario, Avda. de Elvas s/n, 0670 Badajoz (España). Teléfono: 34 924 28 95 01. Fax: 924 27 02 14. E-mail: jgomez@unex.es

ISSN

1695-288X

EDITOR

Jesús Valverde Berrocoso. Departamento de Ciencias de la Educación de la Universidad de Extremadura (España).

DISEÑO, COMPOSICIÓN Y MAQUETACIÓN

Jesús Valverde Berrocoso

MANTENIMIENTO WEB

Jesús Valverde Berrocoso

La dirección de la Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa (RELATEC) no se hace responsable de las opiniones, análisis o resultados recogidos por los autores en sus artículos.

Volumen 3 Número 2

CONSEJO EDITORIAL

Directores

Prof. Dr. D. José Gómez Galán

Catedrático de E.U. Didáctica y Organización Escolar. Nuevas Tecnologías Aplicadas a la Educación. Doctor en Filosofía y Ciencias de la Educación. Doctor en Geografía e Historia.
Universidad de Extremadura (España)

Prof. Dr. D. Jesús Valverde Berrocoso

Profesor Titular de Universidad. Didáctica y Organización Escolar. Nuevas Tecnologías Aplicadas a la Educación. Doctor en Ciencias de la Educación.
Universidad de Extremadura (España)

Miembros del Consejo Editorial

Comité Científico:

Adriana Gewerc Barujel. Universidad de Santiago (España)

Amaralina Miranda de Souza. Universidad de Brasilia (Brasil)

Ana García-Valcárcel Muñoz-Repiso. Universidad de Salamanca (España)

Catalina María López Cadavid. Universidad EAFIT (Colombia)

Elena Ramírez Orellana. Universidad de Salamanca (España)

Enrique Ariel Sierra. Universidad Nacional del Comahue (Argentina)

Florentino Blázquez Entonado. Universidad de Extremadura (España)

Gilberto Lacerda Santos. Universidad de Brasilia (Brasil)

Julio Barroso Osuna. Universidad de Sevilla (España)

Julio Cabero Almenara. Universidad de Sevilla (España)

Leonel Madueño. Universidad del Zulia (Venezuela)

Meritxell Estebanell Minguell. Universidad de Girona (España)

Pere Marqués Graells. Universidad de Barcelona (España)

Ricardo Luengo González. Universidad de Extremadura (España)

Rodolfo M. Vega. Carnegie Mellon University (EE.UU.)

Sandra Quero. Universidad del Zulia (Venezuela)

Sixto Cubo Delgado. Universidad de Extremadura (España)

Soledad Mateos Blanco. Universidad de Extremadura (España)

SUMARIO

O uso do computador na educação infantil: um estudo de caso no distrito federal	
GILBERTO LACERDA SANTOS Y CAMILA BRASIL BRAGA	10
Comunidades de aprendizagem em meios organizacionais	
MAÍSA PIERONI DE LIMA	29
Telemática educacional e ensino de química: considerações em torno do desenvolvimento de um construtor de objetos moleculares.	
MARCELO GIORDAN Y JACKSON GÓIS	41
Uma metodologia de apoio à seleção de softwares educativos para o ensino de matemática	
MARIA DE FÁTIMA C. DE SOUZA; MAURO C. PEQUEÑO; JOSÉ AIRES C. FILHO Y CIDCLEY T. DE SOUZA	61
Processos comunicacionais em ead: políticas, modelos e teorias	
MIRZA SEABRA TOSCHI	85
Reflexões e indagações sobre a sociedade digital e a formação de um novo profissional / professor	
VANI MOREIRA KENSKI	99

O uso do computador na educação infantil: Um estudo de caso no Distrito Federal

Gilberto Lacerda Santos y Camila Brasil Braga

Universidade de Brasília

Faculdade de Educação
Campus Universtário Darcy Ribeiro - Asa Norte
70910-900 - Brasília - Distrito Federal - Brasil

Resumo: O texto apresenta resultados de pesquisa de iniciação científica desenvolvida nos anos de 2002, 2003 e 2004 por meio da qual foi realizado um mapeamento de instituições de educação infantil do Distrito Federal que têm laboratórios de informática, um levantamento de representações de professores acerca da informática educativa e um estudo de modalidades de uso do computador na educação infantil. A investigação adotou abordagens qualitativas e quantitativas e suas conclusões indicam uma grande carência de ações de uso do computador na educação infantil, apesar da existência de posturas positivas por parte dos professores. O estudo denuncia a grave disparidade entre as realidades das redes pública e particular de educação infantil e evidencia a necessidade de intervenção do poder público nesse campo.

Palavras-chave: Informática educativa, educação infantil, representações docentes, modos de uso do computador

1. Introdução

Assistir à televisão, falar ao telefone, movimentar a conta no terminal bancário e, pela Internet, verificar multas de trânsito, comprar discos, trocar mensagens com o outro lado do planeta, pesquisar e estudar são hoje atividades cotidianas, no mundo inteiro e no Brasil. Rapidamente nos adaptamos a essas novidades e passamos – em geral, sem uma percepção clara nem maiores questionamentos – a viver na Sociedade da Informação, uma nova era em que a informação flui a velocidades e em quantidades há apenas poucos anos inimagináveis, assumindo valores sociais e econômicos fundamentais (Takahashi, 2000).

Esta citação coloca em evidência um momento de mudança no modo de funcionamento de nossa sociedade, que está acontecendo atualmente e da qual somos

todos atores e agentes. E as crianças, sobretudo as que vivem em meios sócio-economicamente democráticos, são protagonistas privilegiados desse momento. De fato, os novos códigos e as novas linguagens decorrentes da revolução tecnológica dos anos 80 constituem parte inerente ao mundo das crianças, que investem-se com tranquilidade e naturalidade na integração e na internalização das novas tecnologias de comunicação e de informação às quais têm acesso e nos modos de interação e de interatividade que elas propõem. De fato, o computador e a Internet são dispositivos tecnológicos cada vez mais inseridos no cotidiano das crianças que, por meio deles, têm acesso a um ambiente lúdico repleto de jogos, atividades, sons, cores, movimento e dos conteúdos mais diversos. Na medida em que operam nestes dispositivos, as crianças incorporam procedimentos de navegação, de interação, de interatividade, de conectividade, de busca, de estabelecimento de ligações e de construção de conhecimentos. Esta nova linguagem, articulada pela criança em torno do uso do computador e da Internet como meios de comunicação, de informação, de lazer e de aprendizagem, é justamente a manifestação cognitiva e cultural que nos interessa na continuação deste texto em que apresentamos um estudo de caso realizado no Distrito Federal, no âmbito de uma pesquisa de iniciação científica desenvolvida nos últimos três anos, sobre modalidades de uso do computador em instituições de educação infantil. (Braga e Lacerda Santos, 2002; 2003; 2004).

2. A informática na educação infantil no Distrito Federal

A situação geral da informática educativa na rede de ensino do Distrito Federal não difere daquela encontrada em outros centros urbanos brasileiros. Por um lado, a informatização das escolas privadas avança rapidamente, muitas vezes sem critério e com situações claras de deslumbramento tecnológico e de sedução de clientes, em detrimento do uso da informática de modo crítico e criativo e embasado por intenções pedagógicas voltadas para uma educação plena do indivíduo. Por outro lado, a informatização das escolas públicas depende de políticas governamentais nem sempre efetivas, da ação de organizações não-governamentais e, em alguns casos, de iniciativas de pais e mestres preocupados com o distanciamento entre essas duas realidades.

No âmbito do sistema público de ensino fundamental, embora a Secretaria de Educação do Distrito Federal jamais tenha tido um programa consistente ou uma política sólida de informática educativa, muitas escolas da rede beneficiam-se ou beneficiaram-se de ações do governo federal, que ora promoviam a instalação de laboratórios de informática aqui e acolá, ora faziam com que uma ou outra escola recebesse computadores para uso em ensino e em aprendizagem. A iniciativa atual do Ministério da Educação neste sentido, o Programa Nacional de Informática na Educação (Proinfo), viabilizou a organização de um Núcleo de Tecnologia Educativa (NTE) na Secretaria de Educação e, em 1999, a formação de uma turma de especialistas

em informática na educação, curso elaborado e conduzido pela Faculdade de Educação da Universidade de Brasília. Mas, por razões políticas e de gestão equivocada, os professores formados não foram aproveitados no NTE e se dispersaram na rede, muitos voltando para a sala de aula, em escolas desprovidas de equipamentos, onde os especialistas não poderiam sequer aplicar os conhecimentos construídos e fazer jus aos investimentos públicos feitos em sua formação continuada. De qualquer forma, e apesar do quadro desfavorável, a equipe que hoje compõe o NTE do Distrito Federal tem envidado esforços em treinamento de professores da rede e na disseminação da cultura da informática na educação. Mais recentemente, por iniciativa do Instituto Ayrton Senna, de São Paulo, algumas escolas públicas de Brasília receberam laboratórios de informática conectados à internet, obtidos por meio de um concurso de projetos pedagógicos calcados no protagonismo juvenil e na utilização da tecnologia para promoção do potencial humano. Tal iniciativa, por ter sido amplamente divulgada e por ter alcançado, e alcançar ainda, resultados significativos, colaborou bastante para que percepções positivas do uso do computador na educação fossem elaboradas pelos professores.

Já no âmbito do sistema privado de ensino fundamental, a situação é melhor em termos de quantidade, mas não necessariamente em termos de qualidade. A quase totalidade das escolas particulares de ensino fundamental dispõe de laboratórios de informática que são alardeados aos pais (leia-se clientes) como indicadores de qualidade de ensino e de modernidade das instituições. Mas o corpo docente, oriundo dos mesmos fóruns que o da rede pública, não tem a formação necessária para o uso criativo e contextualizado da informática na sala de aula. Em algumas dessas escolas, onde a vontade de inovar pelo menos existe, os laboratórios de informática são conduzidos por técnicos de informática, sem nenhuma formação pedagógica.

Este cenário é tornado mais problemático na medida em que a Universidade de Brasília (UnB), principal instituição de profissionalização docente no Distrito Federal, não contempla uma formação voltada para a informática educativa em seu programa de Licenciatura em Pedagogia. De modo geral, seu próprio corpo docente, como o das demais instituições federais de ensino superior do país, não fornece, por meio de sua atuação, exemplos consistentes e sistematizados de utilização do computador na educação. A desativação da formação em tecnologia educativa oferecida pela Faculdade de Educação da UnB nos anos 1980, constitui um equívoco grave e a formação dos futuros pedagogos para atuação nessa área é precariamente suprida com a oferta de disciplinas não-obrigatórias voltadas para o uso da TV, do vídeo e da informática na escola. Com a extraordinária emergência de instituições particulares de ensino superior no Distrito Federal, muitos cursos de pedagogia, geralmente noturnos e precários, foram implementados. Alguns poucos contemplam uma disciplina em informática educativa, o que demanda, pelo menos, um laboratório de informática na instituição, transformando este curso "baratinho", oferecido por qualquer faculdade de

“fundo de quintal”, em uma opção mais onerosa. Então, a maioria ignora a existência dos computadores e seu potencial como meio didático. O Departamento de Ciência da Computação da UnB tem envidado esforços no sentido de amenizar essa situação e instituiu um curso de Licenciatura em Informática, no qual a formação em computação e a formação em pedagogia são associadas com o objetivo de se formar profissionais docentes capazes de atuar nas diferentes interfaces entre a informática e a educação (Brandão et al., 1996). Não é a medida ideal, pois, sobretudo no ensino fundamental, cabe ao pedagogo deter todas as habilidades e os conhecimentos necessários para manusear os meios didáticos de que necessita para sua atuação plena na relação educativa. Caso contrário, surge todo o problema da descaracterização do trabalho docente, discutido por Almeida (2001), na medida em que o professor regente não acompanha seus alunos no uso do computador como apoio à aprendizagem. Mas já é um grande avanço poder contar com “informatas-educadores”.

Considerando o exposto, a investigação aqui relatada teve o objetivo de traçar um retrato da situação da informática educativa no Distrito Federal e avançou em três direções distintas e complementares. Por um lado, e no primeiro ano da investigação, realizamos um mapeamento das escolas de educação infantil que têm computadores ou laboratório de informática (Braga e Lacerda Santos, 2002). No segundo ano, fizemos, ao mesmo tempo, um estudo de representações dos professores de educação infantil acerca do uso do computador na educação e um levantamento de modalidades de uso do computador na educação infantil nas escolas mapeadas (Braga e Lacerda Santos, 2003). Este levantamento procurou primeiramente delimitar o perfil dos profissionais docentes da educação infantil, em regência de classe e em coordenação de laboratórios de informática, quanto a gênero, faixa etária, tempo de docência em geral, na educação infantil e na escola em que atuam. A investigação procurou fornecer respostas às seguintes questões de pesquisa: Como se dá o planejamento das aulas de informática nas escolas de educação infantil? Qual o nível de domínio da informática como linguagem pedagógica por parte dos docentes deste nível de ensino? Qual a influência da informática na atividade docente desse profissional? No terceiro ano, o trabalho de pesquisa constituiu na compilação dos dados coletados nos dois anos anteriores e na redação do texto de um livro intitulado “O Uso do Computador na Educação Infantil”, ainda em fase de conclusão (Braga e Lacerda Santos, 2004).

3. Metodologia de investigação e análise dos dados coletados

A investigação, por constituir-se de três segmentos diferentes, foi realizada por meio de três abordagens metodológicas igualmente diferentes. No primeiro ano, o mapeamento das escolas de educação infantil do Distrito Federal que têm computadores foi realizado por meio de procedimentos diversos tais como solicitação de informações oficiais da Secretaria de Educação do DF, telefonemas para escolas da rede particular e visitas às instituições. Neste caso, a investigação teve como foco a

totalidade das escolas e foi eminentemente quantitativa. No segundo ano, o estudo de representações de professores e de modalidades de uso do computador na educação infantil foi realizado em uma amostragem de cinco escolas do universo mapeado. Nessas escolas, o estudo foi edificado por meio da aplicação de questionários e entrevistas junto a docentes. Já o estudo de modalidade de uso do computador na educação foi realizado por meio de observações não participantes de relações educativas em 14 turmas de educação infantil.

No caso do estudo de representações de professores é importante enfatizar que a noção de representação social há muito tempo já perpassa numerosos estudos no campo da Educação. Contudo, coube à psicologia social, sobretudo a partir da contribuição de Serge Moscovici, elaborar definições mais sistematizadas a esse respeito. De maneira sucinta, as representações sociais podem ser entendidas como um conjunto de conceitos, explicações e afirmações que se originam na vida diária, no curso de comunicações interindividuais. São o equivalente, em nossa sociedade, aos mitos e sistemas de crenças das sociedades tradicionais (MOSCOVICI, 1978). Dessa forma, as representações sociais são concebidas como teorias que as pessoas têm sobre a natureza dos eventos, objetos e situações em seu mundo social. É possível ainda, complementar essa concepção esclarecendo que o processo de categorização das representações implica na busca, dentre os protótipos armazenados na memória dos indivíduos, de um valor positivo ou negativo a respeito do objeto em questão, neste caso o papel da informática na educação. Tendo em vista o exposto, é possível concluir que as representações sociais são concepções e percepções individuais, elaboradas a partir de relações intersubjetivas, que ficam retidas na memória e são compartilhadas socialmente (Lacerda Santos, 2005). Elas constituem a reunião do pensamento individual, marcado pela experiência de cada sujeito, o qual passa a ser difundido por seu ambiente social. Em meio a esse contexto, é preciso esclarecer ainda que a informação e a comunicação desempenham um papel fundamental no processo de elaboração das representações.

O que se pretende salientar através da abordagem dessa teoria é que as concepções que se adquire por meio do senso comum influenciam diretamente na formação da opinião de cada sujeito e em sua atuação em seu meio imediato. No âmbito desse trabalho, isso quer dizer que é fundamental estudar as representações construídas pelos professores a fim de se compreender a recusa ou a aceitação do computador na escola e que implicações provocarão determinadas modalidades de uso. Em verdade, é preciso ressaltar que as representações sociais resultam de pressões contraditórias de caráter ideológico-estruturais as quais culminam diretamente na formação de uma identidade social. Isso quer dizer que os estigmas adotados e defendidos por cada sujeito são fruto das experiências, boas ou ruins, as quais foi submetido ou influenciado pelo meio social. Diante disso, pode-se afirmar que há que se investigar as representações sociais tendo em vista que elas orientam a ação

individual e a persuasão coletiva. Dessa forma, visto que as representações são ideologias subjetivas e, por isso, parciais, investigá-las significa a tentativa primeira de se empreender ações que esclareçam a totalidade e a complexidade de uma dada situação no intuito de desmistificar o imaginário dos sujeitos investigados. Enfim, a intenção de se realizar um estudo desse teor junto ao público docente é descobrir em que medida as diferentes razões que justificam a incorporação do computador na educação acarretam em modalidades de uso desta tecnologia.

4. Mapeamento das escolas de educação infantil que têm computadores

Identificar as instituições de educação infantil do Distrito Federal que têm computadores sendo usados no trabalho pedagógico foi uma tarefa bastante árdua tendo em vista a total inexistência de dados a respeito. Aliás, a situação geral da educação infantil no Distrito Federal é ignorada pelos próprios atores que lidam com esse nível de ensino. O mapeamento realizado revelou que 97% das escolas particulares do DF possuem computadores, enquanto que, nas escolas públicas, esse percentual não atinge sequer 10% do total de instituições. Esses dados evidenciam, de forma estarrecedora, o descaso do poder público com relação à qualidade da educação infantil no que se refere a tecnologias educativas e o descompasso entre o discurso oficial sobre o uso de tecnologias na educação e o desenvolvimento de ações concretas para que isto ocorra no âmbito das escolas que atendem crianças de 0 a 6 anos mantidas pelo Estado. Tal mapeamento, apesar de meramente quantitativo, aponta para repercussões negativas não apenas junto à clientela da educação infantil, mas também sobre o corpo docente que, por força das circunstâncias, distancia-se das possibilidades de utilização do computador como meio didático, não se interessa por formação continuada neste campo de conhecimento e reforça a existência de enormes lacunas com relação às condições infraestruturais das instituições particulares.

O mapeamento relevou também outras dicotomias importantes. 90% das instituições particulares que têm computadores estão situadas no Plano Piloto, Setor Octogonal, Setor Sudoeste, Lago Sul e Lago Norte, áreas nobres do Distrito Federal, onde residem famílias de classes sociais privilegiadas. Nas cidades satélites, e no aspecto considerado, instituições públicas e privadas se equivalem de modo que a geografia escolar reproduz as clivagens sociais. No caso das instituições privadas, isto é uma situação normal, pois as mesmas estão situadas onde a clientela pagante está. No caso das instituições públicas, há, numa certa medida, uma inversão de valores, e em outra, descaso generalizado. Numa outra perspectiva, próxima à anterior, pudemos constatar que 100% das instituições de educação infantil que possuem computadores estão localizadas em meios urbanos, fato que também reproduz outra clivagem grave do sistema educacional do DF e do país como um todo. Este mapeamento, realizado e concluído em 2002, consistiu no primeiro trabalho do gênero realizado no Distrito Federal e serviu de base para a seqüência da pesquisa, que, por

meio de abordagens qualitativas, procurou identificar representações de professores e modalidades de uso do computador na educação infantil.

5. Representações de professores acerca da informática na educação

Para a realização do estudo de representações de professores, concentramos nossa atenção em uma amostragem constituída por 5 escolas, 4 privadas e 1 pública. Sendo constituído por 100% de mulheres, o corpo docente da educação infantil consultado, é, de modo geral, bastante jovem. O gráfico 1 evidencia que 60% das professoras têm entre 20 e 30 anos de idade e que os 40% restantes não ultrapassam os 40 anos.

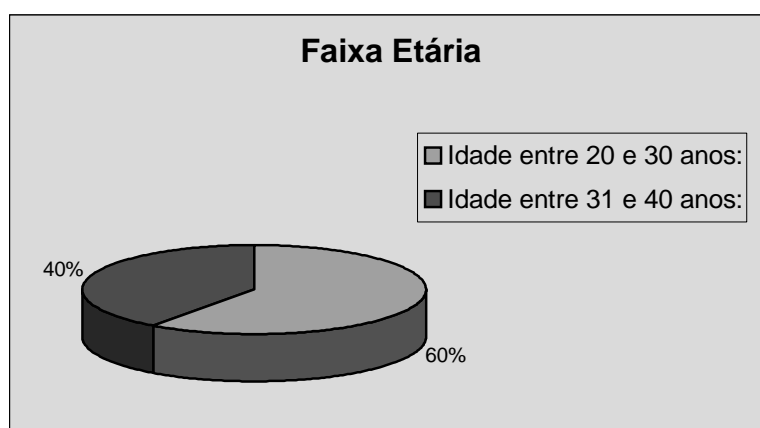


Gráfico 1: Classificação etária dos docentes de educação infantil

Já no que se refere ao tempo de docência em geral e em educação infantil em particular, os gráficos 2 e 3 revelam, respectivamente, que a maioria das professoras tem até 6 anos de atuação e que 50% delas têm, no máximo, 4 anos de atuação em educação infantil. Tais dados revelam um corpo docente bastante jovem, recém-formado e com pouco tempo médio de atuação profissional.

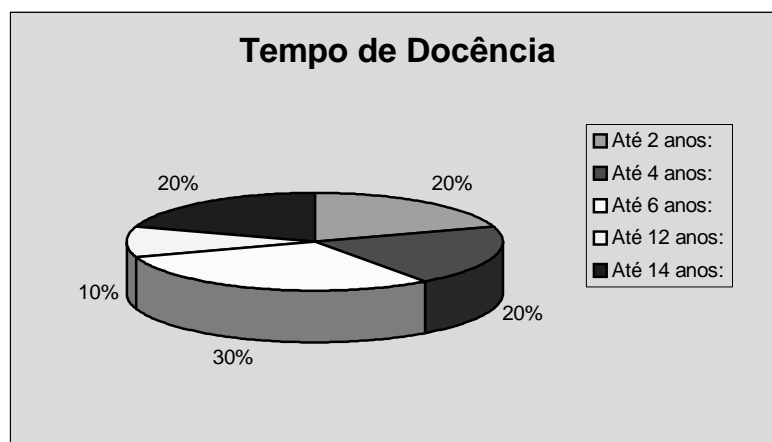


Gráfico 2: Tempo de docência

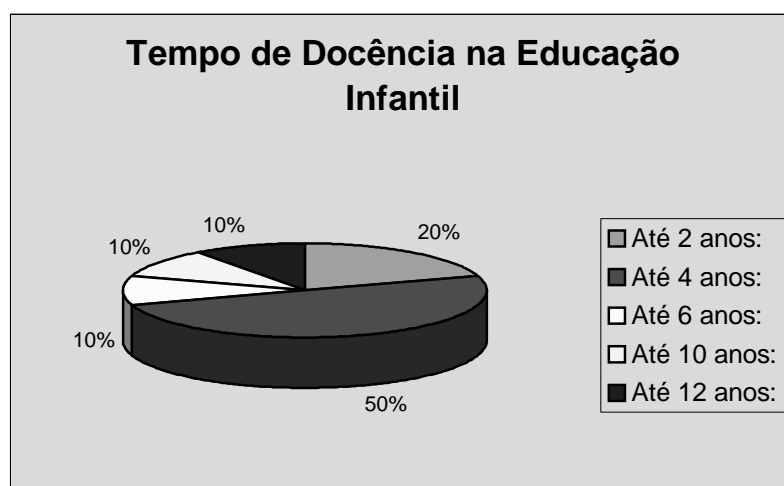


Gráfico 3: Tempo de docência na educação infantil

Fica, então, evidenciado que as professoras consultadas obtiveram formação profissional bastante recentemente, quando já era questão de se considerar, nos currículos de formação de professores, a importância do domínio de linguagens tecnológicas para a construção de uma cidadania condizente com a Sociedade da Informação em emergência, a adoção de abordagens pedagógicas ancoradas em linguagens de comunicação e informação próprias à tecnologia informática e a compreensão do computador como meio didático privilegiado. Pode-se então supor que tais professoras, dispendo de computadores em seu ambiente de trabalho,

desenvolvam alguma atividade educativa que os emprega de modo pedagogicamente coerente e consistente.

Um dado complementar importante para subsidiar a análise qualitativa da atuação das professoras com relação ao uso da informática na educação infantil, foi o tempo de docência na escola em que atuam, isto é na escola de educação infantil que tem computadores. O gráfico 4 indica que a maioria delas (60%) estão na escola há, no máximo, 2 anos.

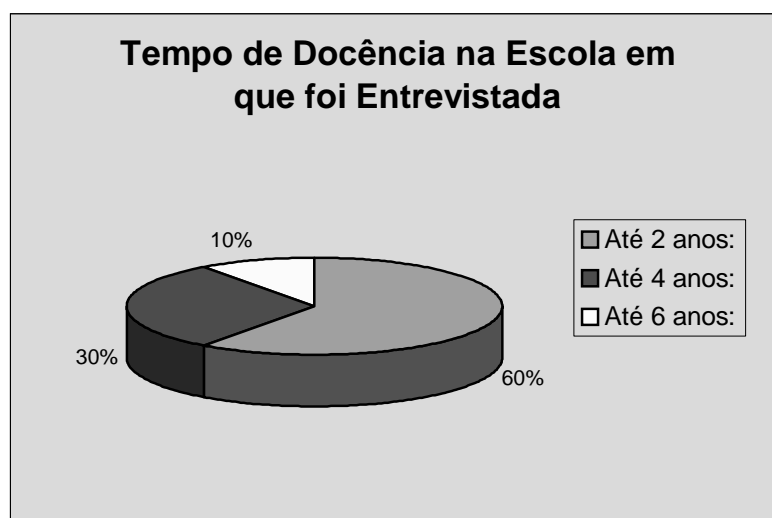


Gráfico 4: Tempo de docência na escola em que atuam

Em seguida, após este levantamento contextual, procuramos discernir, por meio de entrevistas, as representações que tais professoras têm acerca da informática educativa. As verbalizações revelaram um amplo leque de representações que vão desde posicionamentos mais simples (informática educativa é o uso do computador nas práticas escolares) até idéias bastante complexas acerca do tema (informática educativa é um meio de proporcionar às crianças oportunidades de entrar em contato com outras formas de aprendizagem e até mesmo de extrapolar essa aprendizagem). Grande parte das professoras foi unânime em perceber a informática educativa como uma linguagem que deve estar presente em todo o processo educativo e a serviço dele como forma de enriquecê-lo. Outras apontaram que informática educativa consiste na utilização de ferramentas de linguagem virtual com base em propostas pedagógicas bem fundamentadas e que se trata de um “instrumento” que ajuda no desenvolvimento da criatividade, do raciocínio lógico e do desenvolvimento psicomotor.

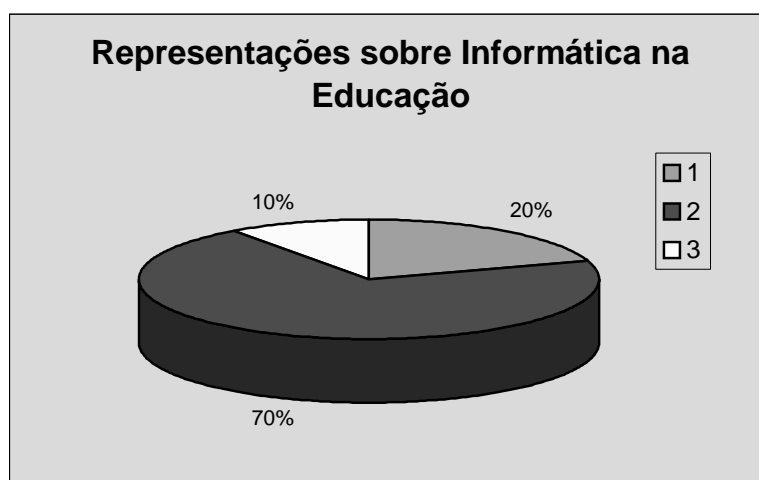


Gráfico 5: Representações sobre Informática na Educação

O gráfico 5, apresentado acima, resume os principais grupamentos de posicionamentos:

1. 70% vêem a informática educativa como uma linguagem usada para enriquecer o processo educativo nas mais diversas áreas (matemática, linguagem, letramento, criatividade, raciocínio lógico, psicomotricidade).
2. 20% dos participantes julgam que a informática educativa consiste no uso de computadores nas práticas escolares, sendo este último um instrumento facilitador da educação, imprescindível na época da globalização.
3. 10% associam a informática educativa à aprendizagem da informática, no sentido da “educação para a tecnologia”.

Dando continuidade à explicitação de representações acerca da Informática Educativa, as professoras indicaram estarem persuadidas de que a informática pode complementar os assuntos trabalhados em sala aula de forma lúdica, pois desperta o interesse nas crianças; contribuir com o desenvolvimento da agilidade, do raciocínio lógico e da criatividade do aluno; abrir caminhos a uma educação ampla, diversificada, crítica e interdisciplinar; estimular a curiosidade; proporcionar uma forma diferenciada e divertida de aprendizagem e otimizar a relação educativa. As professoras revelaram também acreditar que a Informática Educativa pode contribuir com o trabalho docente, pois enriquece as aulas expositivas, tornando-as mais dinâmicas e práticas, elevando a qualidade das interações e trocas entre educadores e educandos através dos recursos que disponibiliza e facilitando a execução de

exercícios, pesquisas e jogos, que se tornam mais prazerosos por meio do computador (gráfico 6).

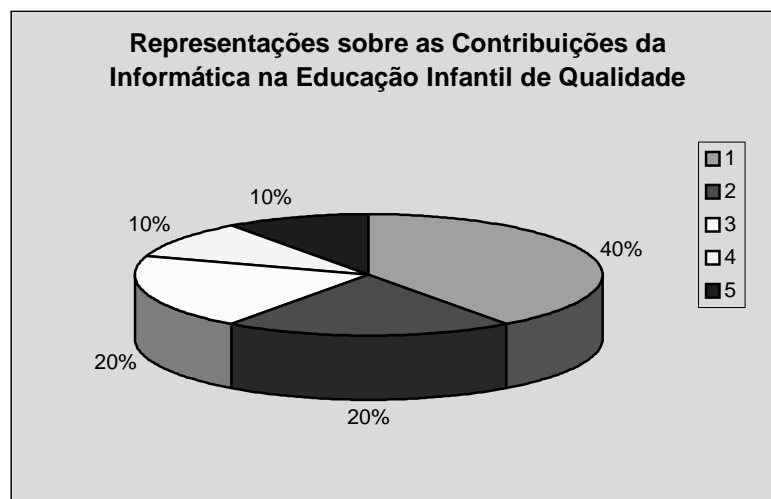


Gráfico 6: Contribuições da Informática Educativa

A leitura deste gráfico nos informa que:

1. 40% afirmam que a informática complementa os assuntos trabalhados em sala de aula e auxilia na criatividade, agilidade e raciocínio lógico do aluno.
2. 20% acreditam que proporciona uma forma diferenciada, divertida e interdisciplinar de aprendizagem.
3. 20% afirmam que auxilia na realização de exercícios, pesquisas e jogos executados pelos alunos.
4. 10% acreditam que a informática eleva a qualidade das interações e trocas entre educadores e educandos.
5. 10% deram respostas evasivas.

De modo geral, as representações coletadas revelam posicionamentos bastante positivos acerca da informática na educação no âmbito da educação infantil. As professoras reconhecem o potencial dos recursos da informática como meios de ensino e de aprendizagem, seja para enriquecer o trabalho pedagógico, seja para criar elos entre a escola e a sociedade da informação, conceito que as professoras não detêm, mas que exteriorizam em suas preocupações com a formação para o exercício da cidadania

no século XXI. Tais representações revelam que a “idéia” da informática educativa está fortemente ancorada no imaginário das professoras, mesmo que elas jamais tenham tido acesso a uma formação específica, inicial ou continuada, a respeito. Pode-se então supor que tais professoras, na medida do possível, utilizam o computador e os recursos da informática em suas intervenções didáticas de modo pedagogicamente interessante. É o que procuramos verificar e o que apresentamos a seguir.

6. Modalidades de uso do computador na educação infantil

Nosso terceiro foco de interesse foi o esclarecimento de modalidades de uso do computador em situações de ensino em educação infantil por parte dessas mesmas professoras que, trabalhando em escolas que dispõem de equipamentos de informática para emprego na relação educativa, manifestaram-se majoritariamente interessadas e engajadas em seu uso. Iniciamos a abordagem pelo esclarecimento de como as professoras planejam suas aulas quando é questão de servirem-se do computador como meio didático. Neste caso, e confirmando dados apresentados na seção anterior, apuramos que a maioria das professoras vê no computador um apoio importante para a preparação de suas intervenções pedagógicas. Os dados coletados revelaram que (gráfico 7):

1. 40% das professoras planejam pessoalmente as aulas relacionando-as aos temas trabalhados em sala de aula e contam com o apoio de um sítio educacional.
2. 30% das professoras planejam as atividades a serem desenvolvidas por meio do computador com o auxílio do profissional responsável pelo laboratório de informática, contemplando os conteúdos trabalhados em sala de aula.
3. 30% das professoras não participam do planejamento das aulas de informática, mas avaliam essa prática de maneira positiva visto que as crianças manifestam satisfação com essa aula.

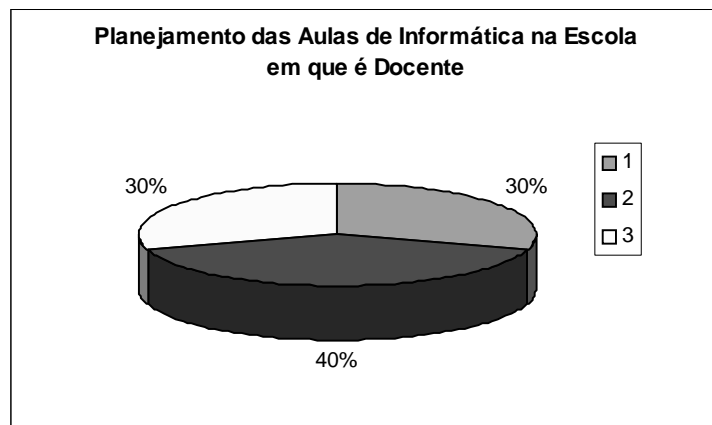


Gráfico 7: O planejamento da aulas

Esses dados sobre o planejamento das aulas e a revelação da autonomia da maioria das professoras na prática da informática educativa conduziram-nos a procurar explicitar o nível de domínio da informática como linguagem pedagógica por parte dos docentes e a influência da informática no trabalho pedagógico em geral. Os dados referentes a esta questão indicam que as professoras de educação infantil que utilizam o computador têm domínio suficiente deste meio tecnológico para, de forma autônoma, organizar, planejar e desenvolver suas próprias aulas. Esta autonomia, que corresponde ao encontro da pedagogia com a informática, conforme apregoam muitos teóricos da área da Informática Educativa, dá ao docente uma significativa capacidade de expressão na medida em que ele pode, por exemplo, articular atividades propostas por materiais didáticos convencionais a atividades envolvendo o computador, tornando a aprendizagem mais significativa e a tecnologia mais contextualizada no âmbito do trabalho docente e da atividade discente.

Conforme já prevíamos, os dados revelaram que as professoras que empregam estratégias de informática educativa o fazem sem disporem de nenhuma formação neste sentido e unicamente por sentirem-se contagiados pelas possibilidades pedagógicas que, acreditam elas, os computadores têm a oferecer. Neste sentido, a mídia tem desempenhado um papel significativo junto à opinião pública em geral, incluindo os professores, propagando mensagens positivas acerca do uso de tecnologias na educação, dado não sistematizado em pesquisas, que mereceria uma atenção maior e um esforço de investigação por estar criando uma série de expectativas e de representações acerca da escola contemporânea e da ação docente condizente com a mesma. É importante evidenciar que 30% dos questionados forneceram respostas evasivas, revelando o incômodo que o desconhecimento da

informática causa no exercício de sua profissão e que apenas 10% afirmaram ter aversão ao uso da informática na educação.

Enriquecidos desta visão mais ampla, demos início a um processo de observação não-participante de relações educativas nas escolas em que situamos a investigação nesta fase do trabalho, com o objetivo de apontar modalidades de uso do computador em situações de educação infantil. Para subsidiar e guiar as observações, fundamentamos o trabalho de investigação na categorização proposta por Valente (1991), que prevê seis modalidades de uso do computador na educação:

1. **Computador como “máquina de ensinar”:** Considerada como expressão da concepção behaviorista de educação, essa modalidade também é chamada de “instrução programada”. Trata-se de um método que coloca o microcomputador na posição de quem ensina o aluno. Para isso, são utilizados sofisticados programas que ensinam fatos, conceitos ou habilidades propostas pelo currículo. Esses programas se desenrolam de forma seqüencial, exigindo do aluno respostas prontas, com ênfase em exercícios repetitivos que proporcionam a transmissão mecânica do conhecimento, valorizando a memorização.
2. **Computador “como objeto de estudo”:** Nessa modalidade de uso, a principal preocupação do professor é fazer com que os alunos se familiarizem com o computador, com a máquina em si, valorizando a chamada “alfabetização informática” em detrimento do uso do computador como meio. Sob essa perspectiva, são ensinadas questões genéricas sobre a informática, seus conceitos básicos, o funcionamento dos computadores, suas possíveis utilizações, seu impacto social, etc. Trata-se, então, da abordagem da informática e do computador como temática de ensino.
3. **Computador como “facilitador de tarefas”:** As aplicações da informática nessa modalidade consistem na utilização de aplicativos que não são voltados para a educação como auxiliar no processo ensino-aprendizagem. Utiliza-se, então, processadores e editores de texto, folhas ou planilhas de cálculo, base de dados, aplicativos para desenho, programas gráficos, programas de estatística, linguagens de programação, etc. Essa modalidade tem sido amplamente utilizada, visto que aproxima a tarefa escolar da realidade do aluno e possibilita uma abordagem transcurricular dos recursos que a informática oferece.
4. **Computador como “máquina ensinável”:** Nessa perspectiva, o aluno se posiciona como o “tutor” do computador, ensinando-lhe como trabalhar. Trata-se, então, de uma espécie de iniciação à programação, isto é, o

caminho inverso à instrução programada. É o caso, por exemplo, da aprendizagem do LOGO e de outras linguagens de programação por meio das quais as crianças aprendem a relacionar-se com os computadores fazendo-os executar tarefas, isto é, executar programas.

5. **Computador como meio para simulações e jogos:** A simulação é uma atividade em que o aluno se posiciona frente ao computador como o manipulador de situações que imitam ou se aproximam do real. Por meio desse recurso é possível se manipular variáveis e observar resultados em função da alteração de situações e condições. Já os programas de jogos têm como característica principal o entretenimento, podendo ter ou não objetivos educativos. Tanto os jogos quanto as simulações adquirem significado por provocar e estimular o desenvolvimento do raciocínio sofisticado e desenvolver a habilidade de solução de problemas. Por meio desses programas, o aluno aprende a investigar, processar informações, desenvolver conceitos, testar conjecturas, fazer inferências lógicas, etc.
6. **Computador como meio de aprendizagem por descoberta:** Nesta modalidade, o usuário desenvolve um trabalho interativo com o computador no qual o erro é o ponto de partida para a reflexão, análise e busca de novas alternativas de resolução. Assim sendo, a aprendizagem por descoberta valoriza a construção do conhecimento por meio da exploração, da busca e da investigação.

As observações de relações educativas indicaram que, de modo sistemático, o computador é utilizado somente de duas formas: como meio de aprendizagem por descoberta e como facilitador de tarefas. A modalidade “aprendizagem por descoberta” é a única empregada junto às crianças do Maternal I (2 anos). Já com as crianças do Jardim I (4 anos), as professoras utilizam na mesma proporção o computador como meio de aprendizagem por descoberta e como facilitador de tarefas. No Jardim II (3 anos) 60% do trabalho pedagógico mediado pelo computador é baseado no uso deste aparato tecnológico como facilitador de tarefas e 40% é baseado em seu uso como meio de aprendizagem por descoberta. Por fim, a partir do Jardim III (4 a 6 anos), as professoras trabalham na mesma proporção com as duas modalidades acima relacionadas. Na modalidade “aprendizagem por descoberta” utiliza-se softwares educativos como recurso para explorar a atenção, agilidade, coordenação motora, percepção visual e auditiva raciocínio, resolução de problemas etc. Tal recurso apóia-se em animações, movimentos, interações visuais e narrações para abordar situações e problemas a serem resolvidas pelas crianças, sempre individualmente na medida em que o trabalho em grupo é freqüentemente relegado por tais softwares. Já nas situações de uso do computador como facilitador de tarefas, o aplicativo *Paint*, da Microsoft, é o recurso mais utilizado. Por meio dele, explora-se a coordenação motora

e a habilidade gráfica para desenhar. Porém, vários outros aspectos são relegados como a percepção visual e auditiva, tão importantes no desenvolvimento infantil.

É importante salientar que essas duas modalidades são as de mais fácil abordagem, pois seu uso mais corrente não requer implicação mais efetiva por parte dos professores. De fato, o que se observou, na maior parte do tempo, foram crianças explorando livremente o computador, descobrindo sozinhas ou desenhando no aplicativo *Paint*, sem nenhuma assessoria pedagógica. Nas situações observadas, as professoras se subtraem da relação educativa, deixando as crianças brincarem de forma descontextualizada. Nesse sentido, constatamos que o computador e o parquinho têm a mesma função na escola de educação infantil.

Igualmente importante é sinalizar a flagrante contradição entre os dados obtidos por meio da observação das situações educativas e aqueles obtidos por meio do levantamento de representações das professoras. Apesar da maioria delas ter explicitado posicionamentos favoráveis e conscientes com relação ao uso do computador na educação, isto não se verificou na prática, pois as professoras não exercem nenhum papel docente efetivo em tais situações. Conseqüentemente, o computador torna-se mais um brinquedo, um “passa-tempo” eletrônico no que se refere ao trabalho com conteúdos. Evidentemente, de uma maneira ou de outra, as crianças avançam em sua familiaridade com tal tecnologia mesmo nessas situações informalmente “educativas” no sentido amplo do termo, dando vazão à modalidade do uso do computador como objeto de estudo, como instrumento de alfabetização digital. Mas isto elas podem fazer em casa ou em outras situações. Assim sendo, o papel da escola como vetor educativo se esvazia e as situações de uso do computador na educação infantil passam ao largo das possibilidades de aprendizagem, interação e interatividade que elas podem proporcionar.

7. Conclusões

A investigação realizada foi desenvolvida em torno de três segmentos distintos. Primeiramente, procuramos mapear as instituições de educação infantil do Distrito Federal que têm computadores destinados a uso pedagógico. Verificamos que as escolas de educação infantil que utilizam, de alguma forma, o computador como meio de ensino e de aprendizagem, pertencem, em esmagadora maioria, à iniciativa privada e estão localizadas em meios urbanos privilegiados. A Secretaria de Educação do Distrito Federal, apesar de ter um discurso oficial em prol do uso de computadores na educação e acerca de seu impacto positivo em todos os níveis de ensino, tem olvidado completamente o desenvolvimento de ações em prol da inserção da informática nas instituições de educação infantil.

Em seguida, procuramos identificar representações de professores acerca da informática na educação, o que nos rendeu resultados bastante positivos, indicadores de que os docentes vêem na informática possibilidades interessantes para a melhoria do trabalho pedagógico, sua dinamização e sua integração com a sociedade como um todo. As representações coletadas anunciam, sobretudo, que as professores manifestam intencionalidades pedagógicas interessantes quando é questão de usar o computador como apoio à mediação nas relações educativas. Muitas chegam inclusive a planejar suas aulas “pensando” o computador como meio didático e como apoio em algum momento do trabalho pedagógico.

No entanto, as observações de relações educativas revelaram que tais intencionalidades não se concretizam na prática como pudemos constatar na terceira etapa da investigação, que indicou que não existe relação diretamente proporcional entre o teor das representações (normalmente muito positivas) e as modalidades de uso desta tecnologia na educação (normalmente pouco significativas). De fato, as modalidades de uso do computador na educação praticadas pelas professoras são justamente as que requerem menos intervenção educativa, menos conhecimento e menos mediação por parte das docentes. Isto revela, entre outros aspectos, que as professoras ou não sabem, na prática, lidar com o computador como meio didático, ou, apesar de deterem tais conhecimentos, não avançam em sua aplicação por fatores que careceriam de ser desvendados. É preciso que a escola de educação infantil aprenda a usar o computador como meio didático, aprendizagem esta que, conforme enfatiza Mercado (1991), requer mudanças profundas na escola, no ensino e na formação dos educadores, na adoção de novas atitudes por parte dos professores, dos alunos e de toda equipe escolar; requer um clima favorável à mudança, altamente motivador tanto para o docente como para o aluno e um ambiente facilitador, fundamentado na autonomia de trabalho docente e na liberdade para inovar.

Retornando a um nível de análise mais amplo, concluímos que, no Distrito Federal, as aplicações pedagógicas do computador na educação infantil constituem ainda um amplo terreno a ser explorado e uma situação geopolítica a ser rapidamente modificada. É preciso que o poder público local resgate a educação infantil para o centro deste debate sobre o potencial dos computadores e de outras linguagens mediáticas na educação e que os programas de distribuição de equipamentos e de formação continuada de professores alcancem tais instituições, de toda evidência relegadas a segundo plano. Embora, no Brasil, a educação infantil seja um direito bastante recente de nossas crianças, garantido pela Constituição de 1988, pelo Estatuto da Criança e do Adolescente de 1990 e regulamentado pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional de 1996, é urgente que tal situação seja modificada e que, conforme prevêem as Diretrizes Curriculares Nacionais para Educação Infantil, lançadas pelo Ministério da Educação em 1999, as crianças sejam reconhecidas como seres íntegros e as propostas pedagógicas das Instituições de Educação Infantil busquem a interação

entre as diversas áreas de conhecimento e aspectos da vida cidadã, como conteúdos básicos para constituição de conhecimentos e valores, o que inclui o uso da informática como instrumento para a construção de linguagens e códigos condizentes com a sociedade tecnológica emergente.

8. Referências

- Almeida, M. E. B. de. *Informática e formação de professores*. Brasília: Ministério da Educação/Proinfo, 2001.
- Braga, C. B. e Lacerda Santos, G. Mapeamento de situações de Uso do Computador na Educação Infantil no Distrito Federal. *Anais do Congresso de Iniciação Científica da Universidade de Brasília*, Brasília (DF), 2002.
- Braga, C. B. e Lacerda Santos, G. Modalidades de uso do computador na Educação Infantil no Distrito Federal. *Anais do Congresso de Iniciação Científica da Universidade de Brasília*, Brasília (DF), 2003.
- Braga, C. B. e Lacerda Santos, G. O uso do computador na Educação Infantil no Distrito Federal. *Anais do Congresso de Iniciação Científica da Universidade de Brasília*, Brasília (DF), 2004.
- Brandão, M. de F. R.; Lacerda Santos, G.; Moraes, R. de A.; Nascimento, M. E.; Almeida, P. G. R. de; Pfitscher, G. H. e Guadagnin, R. *Projeto do Curso de Licenciatura em Informática*. Universidade de Brasília, Departamento de Ciência da Computação, 1996.
- Lacerda Santos, G. *Crianças, Informações e Conhecimentos: Bastidores da Sociedade da Informação*. Relatório de pesquisa não publicado. Universidade de Brasília, Faculdade de Educação, Programa de Pós-Graduação em Educação, 2004.
- Lacerda Santos, G. A Internet na Escola Fundamental: Sondagem de Modos de Uso por Professores. *Educação e Pesquisa* (Revista da Faculdade de Educação da USP), V. 29, no. 2, p. 303-312, 2003.
- Lacerda Santos, G. *Ciência, Tecnologia e Formação de Professores para o Ensino Fundamental*. Brasília (DF): Editora da UnB, 2005.
- Lévy, P. *Cibercultura*. São Paulo (SP): Editora 34, 1999.
- Mercado, L. P. L. *Formação continuada de professores e novas tecnologias*. Maceió: EDUFAL, 1999.

- Moscovici, S. *A Representação social da Psicanálise*. Rio de Janeiro (RJ): Zahar, 1978.
- Papert, S. *A Máquina das Crianças – Repensando a Escola na Era da Informática*. 1ª. ed. Porto Alegre (RS): Artes Médicas, 1999.
- Takahashi, T. (org.). *Sociedade da Informação no Brasil - Livro Verde*. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2000.
- Valente, J. A. Uso de computador na educação. In: Valente, J. A. (org.). *Liberando a mente: Computadores na educação especial*. Campinas (SP): Editora da Unicamp, 1991.

Comunidades de Aprendizagem em Meios Organizacionais

Maísa Pieroni de Lima

Coordenadora de Educação

Serviço Federal de Processamento de Dados (SERPRO)

Ministerio da Fazenda

Brasília - Brasil

Email: Maisa-pieroni.lima@serpro.gov.br

Resumo: A partir da forte presença das tecnologias de informação e comunicação - TIC no espaço educacional e no mundo do trabalho, vem se criando um campo fértil para o aprofundamento das questões de aprendizagem, surgidas da idéia de construção do conhecimento como uma *rede de interações*. Foi objetivo deste trabalho analisar a formação e o modo de funcionamento de uma comunidade de aprendizagem, à luz das abordagens teóricas de duas áreas de conhecimento, a Educação e a Administração. Para a realização deste trabalho, utilizou-se uma abordagem qualitativa, a partir de um estudo de caso junto a um grupo delimitado de indivíduos em uma organização não escolar, cujas interações realizadas para trocar informações, conhecimentos e experiências envolvem o ensinar, o aprender e a construção coletiva do conhecimento em redes informatizadas. Os resultados alcançados apontaram um conjunto de elementos que podem caracterizar uma comunidade de aprendizagem em organizações não-escolares, como ocorre o compartilhamento de conhecimentos, quais são os conteúdos compartilhados e o processo de construção do conhecimento.

Palavras-chave: Comunidades de aprendizagem, Novas tecnologias de informação e comunicação, Redes telemáticas, Construção do conhecimento, Educação, Administração.

1. Introdução

Com a introdução das novas tecnologias de informação e comunicação – TIC nos diversos espaços sociais, entre eles a educação, as escolas passam a lidar, cada vez mais, com as inovações tecnológicas. Sua incorporação no âmbito educacional, bem como a avaliação de seu significado pedagógico são objetos de inúmeras discussões entre os teóricos, destacando-se, entre elas, as estratégias e projetos escolares que buscam, através da constituição de redes para interligar professores,

alunos e escolas, introduzir um novo conceito: *as comunidades virtuais de aprendizagem colaborativa*.

As empresas modernas também vêm incentivando a formação de comunidades como uma poderosa ferramenta para orientar suas estratégias, solucionar problemas, compartilhar melhores práticas, desenvolver habilidades profissionais, criar novas linhas de negócios e estimular a aprendizagem. Entretanto, concluí-se que poucos estudos têm se dedicado a identificar a formação e o modo de funcionamento de comunidades no Brasil, seja em meios organizacionais ou escolares.

Este artigo apresenta um estudo sobre o modo de funcionamento de comunidades de aprendizagem em organização não-escolar, a partir das abordagens teóricas da Educação e da Administração. Em meio às múltiplas questões possíveis de serem abordadas, três foram consideradas fundamentais: (1) como ocorre o compartilhamento de conhecimento?; (2) quais os conteúdos são compartilhados?; e (3) como esse conhecimento é construído? quem é o sujeito que “ensina” ? quem é o sujeito que “aprende” ?

2. Comunidades de Aprendizagem: Um Estudo de Caso

A revisão bibliográfica deste trabalho foi realizada a partir dos aportes teóricos da área da Educação e da Administração. No campo educacional, optou-se pelos estudos em que as interações e a comunicação entre os indivíduos fossem tidas como essenciais para o processo de construção do conhecimento. Esses elementos apresentam-se marcadamente nos estudos relativos à modalidade de ensino a distância, à aprendizagem colaborativa em rede e às comunidades virtuais de aprendizagem.

De acordo com Kenski, diferenciar uma “comunidade virtual de aprendizagem” de uma “comunidade virtual” é difícil, assim como defini-la. Isso ocorre porque em comunidades virtuais, de qualquer tipo, podem ocorrer inúmeras e diferenciadas aprendizagens para seus membros. Uma comunidade de aprendizagem pode formar-se a partir de um curso ou mesmo de uma disciplina, mas sua existência não se restringe à duração destas iniciativas, “seu tempo é o tempo em que seus membros se interessam em ali permanecerem em estado de troca, colaboração e aprendizagem”. (KENSKI, 2001, p. 19).

Para distinguir as simples agregações eletrônicas das comunidades virtuais eletrônicas, Lemos (2002, p. 153) afirma que é preciso compreender antes a noção clássica de comunidade – “sempre ligada à idéia de um espaço de partilha, a uma sensação, a um sentimento de pertencimento, de inter-relacionamento íntimo a determinado agrupamento social”. Por sua vez, Costa (2000) destaca que, dentro de uma abordagem sociológica, os itens mais frequentemente mencionados nos estudos sobre comunidades são: o espaço geográfico, as interações sociais e os laços comuns, e que, “na medida em que limites para comunidades são vistos

como independentes de proximidade física, o foco principal tende a se concentrar na questão das interações entre seus membros.” (Costa, *ibid.*, p. 87).

Para compreender os processos interativos na construção de conhecimento muitos pesquisadores buscam elementos teóricos na visão histórico-cultural de Vygotsky. As contribuições dessa visão para a área da educação ficam mais evidenciadas nos estudos que envolvem os conceitos de mediação e de zona de desenvolvimento proximal que, em termos de atuação pedagógica, “traz consigo a idéia de que o professor tem o papel explícito de interferir na zona de desenvolvimento proximal dos alunos, provocando avanços que não ocorreriam espontaneamente”. (Oliveira, 2000, p. 13).

Marchand (2002) observa que a passagem de um ensino presencial para o ensino realizado à distância somente pode ser considerado algo inovador na medida em que o professor desenvolva um modelo de aprendizagem diferente do tradicional: *a aprendizagem colaborativa nas redes*. Por sua vez, Silva (2002) propõe que o professor modifique seu modo de se comunicar em sala de aula adotando uma *modalidade comunicacional interativa*. Dessa forma, Silva afirma que a prática educativa presencial ou a distância poderá ser “revitalizada” se conseguir modificar a modalidade comunicacional predominante em sala de aula: a lição-padrão, o falar-ditar do mestre e a transmissão de conteúdos.

No campo da Administração, a revisão da literatura recente conduz a duas abordagens surgidas no Brasil a partir dos anos 90: as empresas “baseadas no conhecimento” (*Knowledge-Based Organizations*), cuja fronteira mais conhecida é a gestão do conhecimento, e as “organizações de aprendizagem” (*Learning Organizations*). A bibliografia mostra-se ampla e diversificada. A maioria dos autores busca enfatizar e diferenciar determinados aspectos da abordagem escolhida criando, assim, uma gama de interpretações, modelos e práticas.

Segundo Oliveira Jr. (2001, p. 130) a abordagem da empresa baseada no conhecimento é o “resultado da confluência de interesses de diversas áreas de pesquisa e está ainda definindo seus parâmetros e conceitos fundadores”. Nessa concepção de empresas o conhecimento é apresentado como o ativo mais relevante de uma organização, cujo cerne é administrar esse conhecimento de forma mais eficiente que seus competidores.

Em relação à abordagem de organizações de aprendizagem, Örttenblad (2002) afirma que muitos autores tentaram defini-la e descrevê-la como se sua concepção fosse homogênea. Na verdade, existem diversos conceitos sobre organizações de aprendizagem e a maior parte deles apresenta mais diferenças que semelhanças – “se, por um lado, isto gera uma certa confusão com o termo, por outro, cria oportunidades para as companhias escolherem uma variante da idéia que melhor convém aos seus interesses”. (Örttenblad, *ibid.*, p. 226).

Outros elementos teóricos importantes para a compreensão do modo de funcionamento das comunidades de aprendizagem em meios organizacionais foram apropriados do conceito de “comunidade de prática”, desenvolvido originalmente por Etienne Wenger e Jean Lave “como uma nova forma organizacional complementar às estruturas existentes, criada para estimular a mudança, a aprendizagem e o compartilhamento de conhecimentos” (Wenger, Snuder, 2001, p. 10).

Diante do quadro teórico disponível, concluí-se que os estudos apresentados podem contribuir para o entendimento da formação e modo de funcionamento das comunidades em meios organizacionais.

3. Metodologia

Foram estabelecidos dois procedimentos metodológicos que juntos contribuíram para o estudo do modo de funcionamento da comunidade. O primeiro através da tentativa de elaboração de um instrumento intitulado “Relação de Elementos que Caracterizam uma Comunidade”, Quadro 1, que teve como finalidade orientar a análise dos elementos necessários para descrever e explicar a comunidade pesquisada. O outro buscou, a partir da identificação de duas situações capazes de promover a construção de conhecimento por meio da interação e comunicação – seminários presenciais e lista de discussão – perceber a dinâmica das interações e como as informações e conhecimentos circulam na comunidade.

Neste trabalho, foram utilizados os seguintes instrumentos e técnicas: a observação participante, a análise documental e a análise de conteúdo. O modo de observação escolhido teve como característica integrar momentos de participação em atividade presencial – seminário – e em lista de discussão de mensagens eletrônicas. A análise de conteúdo considerou as frases escritas pelos membros da comunidade que identificavam os problemas de cada localidade, bem como, as mensagens eletrônicas disseminadas na lista de discussão no período de abril a setembro de 2003. O sítio (*site*) foi utilizado como fonte de análise documental por ser um repositório de informações importante para a comunidade.

Item	Conceito	Conjunto de Elementos
------	----------	-----------------------

Item	Conceito	Conjunto de Elementos
Formação	Situações que dão origem à formação de comunidades.	Organização espontânea ou estratégia empresarial (patrocinador, gestor e equipes de apoio); Tempo de duração; Fronteiras divisionais por: região geográfica; tema ou assunto; unidades de negócio; processos de trabalho; especialidades/funções.
Tipo	<p>Presencial: formadas por sujeitos de uma mesma localidade, grupo social ou situação administrativa cuja comunicação ocorre face a face.</p> <p>Virtual: formadas por meio de comunicações telemáticas entre sujeitos de um mesmo grupo social ou situação administrativa que se agregam em torno de interesses comuns, independentes de sua localidade.</p> <p>Híbrida: Estas comunidades podem incluir características das comunidades presenciais e das virtuais.</p>	<p>Reuniões e encontros presenciais.</p> <p>Cursos e treinamentos presenciais.</p> <p>Comunicação mediada por computador (e-mail, lista de distribuição, lista de discussão, fórum, chat, etc); Sítios; Vídeoconferência; Audioconferência; Ensino a distância.</p>
Distribuição dos membros	Sujeitos que se distinguem pela posição que ocupam, formal ou informal, no âmbito da comunidade.	Número de participantes; rede de contatos; Núcleo; Participantes periféricos.
Adesão dos membros	Forma de inserção e participação dos sujeitos em uma comunidade.	Associação ou participação voluntária; Indicação ou convite; Convocação por tarefa ou função.
Estabelecimento de regras e normas	Regras ou normas de atuação, explícitas ou implícitas, estabelecidas para regulação, ajuste ou organização interna do grupo.	Definição de papéis, padrões, regras e normas; objetivo e regularidade de encontros; níveis de frequência; conhecimentos necessários ou relevantes; reconhecimento; perfis e senhas de acesso.

Item	Conceito	Conjunto de Elementos
Transferência de informações e disseminação de conhecimentos	Informações, idéias e conhecimento disponibilizado ou disseminado sobre um conteúdo de aprendizagem em qualquer <i>dispositivo</i> , equipamento ou modalidade capaz de criar interação e comunicação no âmbito da comunidade.	<i>Workspace</i> ; Ambientes colaborativos (<i>chat</i> e fórum); Sítios; Lista de Distribuição e de Discussão; <i>e-mail</i> ; Cursos em EaD; audio e videoconferência; seminários; encontros; entre outros.
Identificação dos membros	Dimensão sócio-afetiva que permeia as ações e o desenvolvimento da comunidade.	Símbolos compartilhados; interação; cooperação; colaboração; confiança; aceitação de novos membros; demonstração de afetividade e sentimento de pertença.
Negociação de conflitos	Formas de intervenção diante de obstáculos ou discordâncias sobre questões técnicas, de organização ou planejamento do trabalho, questões pessoais ou problemas de comunicação.	Instâncias; Propostas de soluções; Tomada de decisão
Papel da liderança	Manifestações ou atitudes de partilhar informações e conhecimentos, realizar interações, promover questionamentos e discussões produtivas, articular o trabalho em colaboração, propor soluções, estimular a reflexão crítica, gerar informações novas, entre outras.	Liderança formal ou informal.
Trabalho colaborativo	Trabalhos realizados em grupo cuja liderança, responsabilidade pela definição dos objetivos, e estabelecimento de papéis e normas são compartilhados. A participação ativa dos indivíduos e as interações são fundamentais para a aprendizagem colaborativa.	Grupos homogêneos; liderança compartilhada por todos, responsabilidade pela definição dos objetivos do trabalho; objetivo de aprendizagem colaborativa e interação; estabelecimento de papéis e normas realizado pelo grupo.

Quadro 1 – Relação de Elementos que Caracterizam uma Comunidade.

4. Descrição e análise dos dados

Para estudar o modo de funcionamento de uma comunidade de aprendizagem foi escolhido um grupo delimitado de profissionais de uma organização não-escolar, o SERPRO - Serviço Federal de Processamento de Dados, empresa pública criada em 1964, vinculada ao Ministério da Fazenda, cujo negócio é a informação e os produtos são sistemas de informação e serviços de informática.

No processo de construção de informações sobre a comunidade pesquisada foram definidos indicadores a partir das informações provenientes do instrumento "Relação de Elementos que Caracterizam uma Comunidade", bem como, da análise de conteúdo das frases expressas pelos membros da comunidade no seminário e em comunicações eletrônicas. A inter-relação dos indicadores permitiu o desenvolvimento das seguintes categorias:

1. Categoria limite para o estabelecimento de comunidades – Esta categoria busca delimitar as fronteiras de uma comunidade que não depende da proximidade física, mas das interações entre seus membros. O "limite" possibilita identificar os membros dos não-membros de uma comunidade.
2. Categoria construção coletiva do conhecimento – Esta categoria busca designar os processos que envolvem a troca de experiências, idéias e conhecimentos e a ajuda mútua entre indivíduos e grupos em situações de aprendizagem colaborativa no trabalho.
3. Conteúdos de aprendizagem – Esta categoria designa um conjunto de informações e conhecimentos constituído de opiniões, argumentações, instrução e análise especializada de indivíduos e grupos sobre temas importantes para o desenvolvimento de trabalho colaborativo/cooperativo.
4. Conteúdos informacionais – Esta categoria designa um conjunto de informações variadas de interesse da comunidade, cuja distribuição tem por finalidade apoiar o desenvolvimento do trabalho de indivíduos e grupos.
5. Conteúdos sócio-afetivos – Esta categoria designa um conjunto de informações e conhecimentos capazes de expressar socialização e solidariedade entre os membros.

A construção destas categorias é uma tentativa de atribuir sentido a um conjunto de informações e manifestações do grupo estudado. Do contato da produção teórica com o momento empírico surgiu a necessidade de criar o conceito de *comunidades de aprendizagem* em organizações não-escolares. Essa definição estaria vinculada a uma perspectiva de aprendizagem organizacional que considera as interações entre os indivíduos e o processo comunicacional como elementos fundamentais para a construção do conhecimento individual e coletivo.

5. Conclusão

O instrumento “Relação de Elementos que Caracterizam uma Comunidade” mostrou-se adequado para descrever a comunidade pesquisada. Espera-se que tal construção teórica seja favorável também para o trabalho de outros pesquisadores. As características da comunidade podem ser apresentadas como segue:

- Formação – Criada em junho de 2002 como um fórum permanente para promover a discussão de tecnologias preconizadas pelo Processo Serpro de Desenvolvimento de Soluções – PSDS, portanto, está integrada e é apoiada pela Empresa. profissionais dispersos geograficamente em Porto Alegre, Curitiba, São Paulo, Belo Horizonte, Rio de Janeiro, Salvador, Recife, Fortaleza, Belém e Brasília.
- Tipo – Possui duas dimensões: uma presencial, em que indivíduos e grupos estão vinculados ao PSDS desenvolvidos em suas localidades, cujas interações ocorrem fundamentalmente face a face, e outra virtual, em que estão ligados pelo mesmo processo, cujas interações ocorrem por meio das redes telemáticas.
- Distribuição dos Membros – A distribuição dos membros pode ser identificada por meio da função que o indivíduo desempenha no PSDS, bem como pelos papéis que ele executa no âmbito desse processo. Verifica-se um núcleo restrito de pessoas que interagem para a tomada de decisão, outro grupo delimitado de especialistas que apóiam o núcleo em questões específicas, e os periféricos, que constituem a grande maioria dos membros.
- Adesão dos Membros – A adesão à comunidade está relacionada à adesão dos indivíduos e grupos às práticas preconizadas no PSDS. Esta é uma singularidade da comunidade em questão: a “formalização” da participação ocorre somente a partir da adesão às práticas do PSDS.
- Estabelecimento de Regras e Normas – O interesse temático da comunidade é o PSDS. Nele todos os processos operacionais são regulamentados e as atividades, procedimentos e responsabilidades descritas. Percebe-se que, por um lado, existe a percepção dos membros quanto à importância de possuir um processo sistematizado e padronizado, por outro, alguns membros manifestam insatisfação com o que consideram “burocratização”.
- Transferência de Informações e Disseminação de Conhecimentos – Na comunidade os conteúdos veiculados podem ocorrer, formal ou informalmente, em eventos de treinamento e desenvolvimento (T&D) tradicionais ou em situações de aprendizagem no trabalho. Existem práticas formais e corporativas e práticas locais de troca de experiências, idéias e conhecimentos que necessitam, segundo alguns membros, de reconhecimento e divulgação em âmbito corporativo.

- Identificação dos Membros – A dimensão sócio-afetiva pode ser percebida nos processos que envolvem trabalho cooperativo, reuniões informais e seminários presenciais. As manifestações de incentivo e reconhecimento são feitas entre os membros pelo esforço individual ou coletivo no cumprimento das metas e na divulgação das práticas estipuladas no PSDS.
- Negociação de Conflitos – A busca de resolução de conflitos parece estar assegurada no âmbito da própria comunidade pelos meios tradicionais, próprio do controle e da posição que os membros ocupam em relação uns aos outros, e informais, provenientes dos laços sociais e afetivos.
- Liderança – O PSDS possui uma estrutura formal, mas não hierárquica. A liderança parece estar relacionada à experiência demonstrada nesse processo. Percebe-se que alguns membros são responsáveis por uma maior dinamização da rede, a partir da formulação de questionamentos e respostas às questões técnicas importantes para o desenvolvimento do trabalho.
- Trabalho Colaborativo – A cooperação entre os membros pode ocorrer por meio da troca, formal ou informal, de sugestões, opiniões e dúvidas em torno de um assunto específico ou a partir da troca de experiências em situações concretas de trabalho.

O *e-mail* e a lista de discussão são ambientes básicos de suporte para o compartilhamento de conhecimentos na comunidade “Tecnologias de Desenvolvimento de Soluções”, cuja dinâmica ocorre em função da atividade, contexto ou interesses específicos da comunidade. Conclui-se que os ambientes Web e as dinâmicas associadas disponíveis na comunidade possibilitam a construção do conhecimento coletivo. Essa construção está assentada em um conjunto de práticas e ações organizadas e centralizadas que coexistem com iniciativas informais e ou locais. Essas “brechas” representam possibilidades de criação de espaços importantes para potenciar as interações e a aprendizagem colaborativa, sejam eles, espaços organizados e deliberados ou espontâneos e livres.

O processo de construção do conhecimento entre os membros da comunidade pesquisada ocorre, pelo menos, de duas formas: (1) através da interlocução, cuja dinâmica interativa se dá por meio de reuniões e seminários presenciais em que a linguagem é mediadora do conhecimento e produtora de sentidos; e (2) por meio da participação em tarefas conjuntas envolvendo indivíduos e grupos de várias localidades. Neste caso, a escrita se apresenta como um instrumento mediador importante que permeia as trocas sociais para a construção do conhecimento em rede informática. Em quaisquer dessas situações, as *instruções* dos *mais experientes* interagem com as concepções dos *menos experientes* ou *novatos* construindo novos conhecimentos e significações.

Nesse contexto, os indivíduos e grupos interagem em atividades que envolvem o *ensinar* e o *aprender* em redes telemáticas constituindo um modo de funcionamento do trabalho por meio de um processo de aprendizagem colaborativa. Portanto, a rede de conhecimentos constituída na comunidade é um espaço social de interações, cujo aprendizado é direcionado para a adoção de um processo sistematizado de desenvolvimento de *software*.

Os conceitos e práticas relativos às comunidades contemporâneas, apresentadas nesta pesquisa, tiveram como fonte principal de referência os estudos realizados nas áreas de conhecimento da Educação e da Administração. Porém, propõe-se, nesse estudo, um conceito de comunidades de aprendizagem em meios organizacionais: uma rede de pessoas que criam e compartilham conhecimentos especializados para a realização de objetivos comuns e cujas ações e atividades envolvem o *ensinar* e o *aprender*.

O conceito proposto surgiu da necessidade de representar o conhecimento empírico. Dessa forma, o eixo desse conceito está associado à idéia de uma organização, cuja aprendizagem ocorre fundamentalmente em situações de trabalho e, que busca implementar um conjunto de ações com a finalidade de facilitar essa aprendizagem. Essa nova perspectiva considera as interações e a comunicação como elementos fundamentais para a construção do conhecimento e para a aprendizagem individual e coletiva.

Espera-se, com esse trabalho, ter ampliado o entendimento sobre a idéia de comunidades de aprendizagem tanto em meio escolares como não-escolares. Entendemos que esse é um tema novo, cujo potencial de generalização está na sua capacidade de se relacionar com algumas questões ainda não totalmente exploradas: a motivação para o compartilhamento de conhecimentos; as redes de construção do conhecimento; o deslocamento dos centros de controle e de poder em redes de conhecimento; a linguagem em redes telemáticas; os aspectos sócio-afetivos; o acesso e a circulação do conhecimento em redes telemáticas; os limites simbólicos das comunidades de aprendizagem; e a subjetividade comum.

6. Referências

- Costa, S., 2000. Mudanças no processo de comunicação científica: o impacto do uso de novas tecnologias. In MULLER, S. P. M.; PASSOS, J. L. (orgs). *Comunicação Científica*. Departamento de Ciência da Informação, Unb, Brasília, pp 85 - 105.
- Kenski, V., 2001. Pessoas conectadas, integradas e motivadas para aprender...em direção a uma nova sociabilidade na educação In *Anais da 24ª Reunião Anual da AMPED*, Grupo de Trabalho Educação e Comunicação, AMPED, Caxambu, p.11 – 33.
- Lemos, A., 2002. *Cibercultura: tecnologia e vida social na cultura contemporânea*. Sulina, Porto Alegre.

- Marchand, L., 2002. Características e problemáticas específicas: a formação universitária pela videoconferência. In *Alava, S. (org.) Ciberespaço e Formações Abertas: rumo a novas práticas educacionais?*. Artmed, Porto Alegre, pp 131 - 150.
- Oliveira Jr., M. M., 2002. Competências Essenciais e Conhecimento na Empresa. In *Fleury, Maria Tereza Leme; Oliveira Jr., Moacir de Miranda (orgs) Gestão Estratégica do Conhecimento: integrando aprendizagem, conhecimento e competências*. Atlas, São Paulo, pp 121 - 152.
- Oliveira, M. K., 2000. O pensamento de Vygotsky como fonte de reflexão sobre a educação. In *Implicações pedagógicas do modelo histórico-cultural*, Caderno Cedes, nº 35, São Paulo, pp 11 – 18.
- Örtenblad, A., 2002. A tipology of the idea of learning organization. *Management Learning*. Vol. 33, Nº 2, pp 213-230.
- Silva, M., 2002. *Sala de aula interativa*. Quartet, Rio de Janeiro.
- Wenger, E.C.; Snyder, W. M., 2001, Comunidades de Prática: a fronteira organizacional. In *Aprendizagem Organizacional*. Harvard Business Review: Editora Campos, pp 9 -26.

Telemática Educacional e Ensino de Química: Considerações em Torno do Desenvolvimento de um Construtor de Objetos Moleculares.

Marcelo Giordan y Jackson Góis

Universidade de São Paulo

Faculdade de Educação
Campus Universtário Darcy Ribeiro - Asa Norte
70910-900 - Brasília - Distrito Federal - Brasil
Email: giordan@fe.usp.br; jacksong@fe.usp.br

Resumo: Neste artigo, tratamos de um aspecto específico da representação de partículas por meio de aplicativos computacionais e como essa forma relativamente recente de representação se insere na educação científica de alunos da escola básica. Inicialmente, abordamos alguns aspectos gerais da representação na química nos apoiando nas contribuições da comunidade de pesquisa em ensino de química. Em seguida, tratamos da representação das partículas também resgatando alguns estudos na área de Educação em Ciências, para então apresentar as contribuições dos estudos sobre o uso de aplicativos de visualização, com ênfase na distinção entre animações e simulações. Na segunda parte, descrevemos as funcionalidades de um aplicativo de construção de objetos moleculares que vem sendo desenvolvido no nosso laboratório e suas primeiras aplicações nas salas de aula do ensino médio.

Palavras-chaves: Representação estrutural, simulação, animação, educação em ciências, ensino de química.

Abstract: In this article, we deal with a specific aspect of the representation of particles by means of computing applications and how this relatively new way of representation is inserted into the scientific education of secondary school students. Firstly, we consider some general aspects of the representation in chemistry basing ourselves on the contributions of the teaching chemistry research community. Then, we discuss the representation of particles also getting support from some studies in the area of Science Education so that we can show the contributions of the studies about the use of the applications of visualization, with emphasis on the distinction between animations and simulations. In the second part, we describe the functionalities of the

application in the construction of molecular objects that has been developed in our laboratory and their first use in secondary school classrooms.

Keywords: structural representation, simulation, animation, science education, chemistry teaching.

1. Introdução

O ser humano tem se ocupado da matéria desde sua própria constituição enquanto espécie na medida em que sua sobrevivência está assentada na interação com o mundo natural que lhe provê sustento e abrigo, mas que também o desafia com as intempéries e inimigos. Seja para caçar, plantar, lutar ou procriar, a manipulação dos materiais é uma ação prioritária para a espécie. Assim, não se pode compreender o percurso histórico-cultural do ser humano sem considerar o papel dos materiais nas ações características da espécie, fundamentalmente na estruturação de atividades cognitivas superiores e na construção da base material para as interações de caráter social e técnico.

Da mesma forma, o controle sobre a produção e transformação de materiais tem sido determinado pela construção de um conhecimento sobre a constituição desses materiais. Se no passado, o ser humano se concentrava em produzir e transformar os materiais tendo como referência apenas suas propriedades tangíveis, nos dias de hoje o controle sobre a manipulação da matéria ocorre no âmbito de sua constituição molecular. É fato que o acesso ao mundo das partículas constituintes da matéria está profundamente enraizado em formas de pensamento e em uma linguagem construídas nas interações realizadas no seio de comunidades com estatuto cultural e histórico próprios. Portanto, não se pode compreender a formação do pensamento e da linguagem das ciências que lidam com a transformação dos materiais sem considerar como ocorrem, não apenas as interações dos materiais, mas fundamentalmente como se realizam as ações nessas comunidades.

Neste artigo, tratamos de um aspecto específico da representação de partículas por meio de aplicativos computacionais e como essa forma relativamente recente de representação se insere na educação científica de alunos da escola básica. Inicialmente, abordamos alguns aspectos gerais da representação na química nos apoiando nas contribuições da comunidade de pesquisa em ensino de química. Em seguida, tratamos da representação das partículas também resgatando alguns estudos na área de Educação em Ciências, para então apresentar as contribuições dos estudos sobre o uso de aplicativos de visualização, com ênfase na distinção entre animações e simulações. Na segunda parte, descrevemos as funcionalidades de um aplicativo de

construção de objetos moleculares que vem sendo desenvolvido no nosso laboratório e suas primeiras aplicações nas salas de aula do ensino médio.

2. Sobre as formas de representar o conhecimento químico.

Há um certo consenso em torno da idéia de o conhecimento químico ser construído pela combinação de três dimensões da realidade: macroscópica, microscópica e simbólica (Johnstone, 1993; Gabel e Bunce, 1994; Garnet et al. 1995; Dori et al., 1996; Gabel, 1998; Bowen, 1998; Ardac e Akaygun, 2004). Parte dos fenômenos e processos químicos são perceptíveis e observáveis através de informações sensoriais e medições que se concretizam em uma dimensão macroscópica. Dentro do paradigma atômico-molecular vigente, no qual a natureza particulada da matéria é a fundamentação teórica para interpretar esses fenômenos e processos, admite-se uma outra dimensão da realidade onde ocorrem fenômenos envolvendo o movimento e a interação de partículas. Em uma dimensão simbólica, substâncias, partículas e transformações são representadas por meio de símbolos, fórmulas e equações químicas, bem como expressões algébricas, tratando-se portanto de uma materialização semiótica da realidade.

Segundo Hoffman e Laszlo (1991), as representações simbólica e microscópica evoluíram de analogias fenomenológicas de experiências sensoriais no nível macroscópico, as quais permitem aos químicos terem uma linguagem comum para sua investigação conjunta e são utilizadas para a comunicação entre profissionais da comunidade (Kozma, Chin, Russel e Marx, 2000). Ainda de acordo com Hoffman e Laszlo, as representações químicas são metáforas, modelos ou construtos teóricos da interpretação química da natureza e da realidade, com o que está de acordo Nye (1993) que também sugere serem essas características determinantes da formação de um pensamento que diferencia a Química de outras ciências.

Professores e pesquisadores do ensino de química têm realizado estudos sobre como promover o entendimento conceitual em estudantes do ensino médio (Wu, 2001) e superior (Kozma e Russel, 1997) através do desenvolvimento da habilidade de representação das três dimensões do conhecimento químico. Nestes estudos percebeu-se que os estudantes parecem não dominar as construções simbólicas da química tratando equações químicas como entes matemáticos, ao invés de pensar nas mesmas como representações de processos dinâmicos e interativos. Outras pesquisas apontam para o fato de estudantes poderem elaborar a resposta correta para problemas em química tendo apenas um entendimento conceitual limitado (Sawyer, 1990; Smith e Metz, 1996), sem que tenham se apropriado por exemplo da simbologia associada. É neste sentido que se tem defendido a resolução satisfatória de problemas desafiando o estudante a se apropriar de dispositivos de pensamento da química, o que é observado

em situações que os permitam correlacionar o fenômeno em sua dimensão simbólica com a representação simbólica e microscópica.

Estudos também apontam para o fato de estudantes de ensino médio e superior apresentarem dificuldade para compreender fenômenos e transformações químicas em termos do modelo de partículas atualmente aceito (Garnet et al., 1995). Alguns autores têm interpretado estas dificuldades de aprendizagem como oriundas da natureza particulada, abstrata e não observável da química, e da necessidade de rápida transferência entre os três níveis de representação (Johnstone, 1991; Gabel et al., 1992).

Existe uma dificuldade maior por parte dos estudantes na compreensão do nível microscópico e na representação do nível simbólico, pelo fato de as mesmas serem invisíveis e abstratas. Desta forma, devido ao pensamento dos estudantes se basear em informações sensoriais, os mesmos têm a tendência em permanecer no nível macroscópico em suas explicações sobre os fenômenos e propriedades de substâncias (Ben-Zvi, Eylon e Silberstein, 1987; Ben-Zvi, Eylon e Silberstein, 1988; Griffiths e Preston, 1992).

Professores, pesquisadores e profissionais da química operam apropriadamente entre as dimensões do conhecimento, enquanto estudantes têm dificuldade em estabelecer ligações entre estes níveis. Desta forma, parece bastante provável que a utilização de modelos, analogias e gráficos computacionais em situações estruturadas de ensino seja produtiva para os estudantes se apropriarem das formas de pensamento químico, conforme alguns estudos têm sugerido. É necessário portanto considerar tanto a fundamentação epistemológica da Química nas especificidades do seu paradigma atômico-molecular, quanto a organização das atividades de ensino quando nos propomos a introduzir um meio mediacional estranho à sala de aula e à própria concepção de ensino de química predominante nas escolas de ensino médio.

3. Uso de modelos moleculares no ensino de química

A representação dos níveis de conhecimento através de múltiplos meios tem sido eficaz no ensino de química, através da utilização de diferentes sistemas de símbolos para representar informações em diferentes formas (Kozma, 1991). As características superficiais de cada sistema de símbolos podem melhor representar certas características da informação (Kozma e Russel, 1997).

Pesquisadores têm sugerido diferentes abordagens instrucionais como apoio ao ensino de química, como adaptação de estratégias de ensino baseado no modelo de mudança conceitual (Krajcik, 1991), integração de atividades de laboratório na aula em classe (Johnstone e Letton, 1990), uso de modelos concretos (Copolo e Hounshell, 1995) e uso de tecnologias como ferramentas de aprendizado (Barnea e Dori, 1999;

Kozma, Russel, Jones, Marx e Davis, 1996; Wu, Krajcik e Soloway, 2001). O uso de modelos concretos juntamente com tecnologias como ferramentas de aprendizado parece promissor (Wu, Krajcik e Soloway, 2001).

Estudos têm indicado bons resultados de aprendizagem quando da utilização de objetos moleculares concretos como forma de visualização do modelo de partículas e das transformações químicas associadas (Copolo e Hounshell, 1995; Gabel e Sherwood, 1980; Talley, 1973). Alguns autores têm observado um efeito cumulativo de longo prazo na compreensão dos estudantes sobre os fenômenos quando são submetidos à manipulação destes objetos moleculares concretos (Gabel e Sherwood, 1980). Este tipo de visualização é apontado com um dos mais utilizados na atualidade, pois simplifica, ilustra e permite a exploração da estrutura e do processo químico associado. No entanto estes objetos são rígidos e geralmente em quantidade limitada, o que restringe seu uso à representação de moléculas pequenas (Barnea e Dori, 1999).

Uma das funcionalidades dos aplicativos computacionais é veicular animações em nível molecular do fenômeno químico, o que não é possível através de outros meios de representação. A utilização dessa tecnologia como ferramenta de ensino permite a visualização de animações dinâmicas projetadas tridimensionalmente, o que tem auxiliado estudantes a representar simbolicamente os processos químicos e portanto a interpretar a fenomenologia nas dimensões macroscópica e microscópica (Williamson e Abraham, 1995). Este suporte ao aprendizado provido pelas tecnologias computacionais tem sido considerado como um atributo específico e particularmente útil desses meios para representar as três dimensões do pensamento químico, pois elas têm a qualidade de dispor a informação em sistemas simbólicos diferentes, mas coordenados (Kozma, 1991). Representações múltiplas ligadas entre si permitem ao estudante visualizar interações entre moléculas e entender os conceitos químicos relacionados (Kozma et al., 1996).

Um problema que os estudantes freqüentemente enfrentam é a realização de tarefas que exigem habilidades de visualização tridimensional, bem como visualização tridimensional de moléculas que são representadas bidimensionalmente em livros (Barnea e Dori, 1999). Há evidências de que este tipo de representação, especialmente quando animada e dinâmica, pode aprimorar a visualização tridimensional dos estudantes (Seddon e Shubber, 1985; Seddon e Moore, 1986; Tuckey et al., 1991). Estudos mostraram que a construção de conceitos está estreitamente relacionada ao formato visual com que os estudantes tiveram contato durante seu aprendizado (Clark e Paivio, 1991; Paivio, 1986). É neste sentido que alguns autores têm defendido a integração entre gráficos computacionais e representação tridimensional como uma forma efetiva de aprimorar a habilidade de visualização no ensino de ciências (Kiser, 1990; Rodriguez, 1990; Wiley, 1990; Bezzi, 1991; Barnea e Dori, 1996).

A utilização de objetos moleculares virtuais gerados por computadores, além de permitir a disposição de múltiplas representações coordenadas e tridimensionalmente projetadas, também favorece variados tipos de manipulação destes objetos, como translação, rotação, aumento ou redução de tamanho. Uma outra vantagem da visualização computacional é a possibilidade de se representar moléculas de, virtualmente, qualquer tamanho, dependendo apenas da capacidade de processamento do computador. É neste sentido que o desenvolvimento de aplicativos computacionais para atividades de ensino se apresenta como uma alternativa potencialmente transformadora das práticas escolares e da construção de conhecimento entre estudantes, desde que seja considerada a correlação das três dimensões do conhecimento químico na organização das atividades e se investigue os ditames das ações mediadas pelos aplicativos que são fundamentalmente diferentes daquelas realizadas em situações de ensino ancoradas na experimentação ou qualquer outra forma de acesso à fenomenologia, isso porque o estatuto do fenômeno se altera radicalmente quando é transposto da bancada para a tela do computador (Giordan, 1999).

4. Simulação, animação e visualização de objetos moleculares pelo computador

Consideremos algumas especificidades da representação de objetos moleculares no computador, tendo em vista duas formas distintas de visualizá-los, a animação e a simulação.

Animações computacionais são geradas a partir de aplicativos gerais de edição gráfica, sem necessariamente incluir valores empíricos de propriedades das substâncias ou das transformações obtidos em pesquisa científica, e intencionam enfatizar determinadas características superficiais macroscópicas ou microscópicas sem obedecer escalas de tempo ou tamanho. Já as simulações computacionais são geradas a partir de aplicativos específicos para estudo de propriedades de substâncias e transformações químicas, e estão intimamente relacionados ao ambiente de pesquisa científica. Para realizar estas simulações são utilizados valores teóricos ou empíricos de propriedades químicas, como ângulos e distâncias de ligações, e as escalas de tempo e tamanho são parametrizadas em equações matemáticas que satisfazem as leis físicas que descrevem os fenômenos.

Em qualquer um dos casos, o objeto molecular é uma representação imagética da entidade molecular e pode ser concebido como uma metáfora do que supomos ocorrer na dimensão microscópica da matéria e não um retrato da realidade. Chamamos de objetos moleculares as representações das partículas microscópicas, cujo meio de veiculação pode variar desde o papel, passando pelos conjuntos plásticos, isopor e madeira, chegando à tela do computador ou à projeção holográfica (Giordan, 2004). Varia-se o meio e também as formas de representação, nesse caso com o objetivo de

destacar uma ou outra propriedade da molécula. Portanto, o objeto molecular é uma entidade iconográfica que serve tanto para propósitos de indexação e referência, como para mimetizar determinada propriedade molecular, tendo esta a possibilidade de ser simulada por meio de um sistema de equações quando o objeto é veiculado pelo computador.

Pelo fato de as simulações levarem em consideração as propriedades do sistema em estudo, as mesmas podem ser visualizadas como objetos moleculares virtuais dinâmicos, uma vez que é possível simular a variação de propriedades como distância e ângulos de ligação. A partir destas simulações podem ser gerados filmes simulando o movimento conjunto dos átomos nas moléculas e em sistemas moleculares.

Uma decorrência importante da manipulação de diversas formas de representação é a possibilidade de criar um efeito vinculante entre a variável, de natureza teórica, e a forma de representação da propriedade, de natureza imagética. A visualização de objetos moleculares mediada pelo computador parece portanto promover a vinculação entre a simulação de uma propriedade da molécula e sua representação em um mesmo meio. Esta é uma situação de alto valor didático capaz de mobilizar as ações dos alunos na manipulação do objeto, na elaboração discursiva e também na elaboração de significado, conforme temos discutido em outro estudo (Giordan, 2004).

Apesar de existirem diversas ferramentas de visualização e construção de objetos moleculares virtuais específicas para pesquisadores, como por exemplo aplicativos de mecânica e dinâmica molecular, a utilização das mesmas por alunos do ensino médio ou mesmo por alunos iniciantes no ensino superior em química é dificultada em razão da profundidade do conhecimento envolvido nos cálculos e no controle de variáveis. Em alguns casos os estudantes precisam fornecer valores para variáveis como constantes de força de ligações químicas, conhecer detalhes do processo de minimização de energia ou ainda detalhes sobre a organização das informações de saída fornecidas pelos aplicativos. Assim para que os estudantes tenham acesso às aplicações de visualização molecular baseadas em simulações, é necessário desenvolver ferramentas que simplifiquem a transferência de dados entre as interfaces de entrada e saída e simultaneamente possibilitem o controle sobre variáveis que afetam a visualização.

Alguns grupos têm se dedicado em desenvolver interfaces para prover os estudantes com ferramentas computacionais que permitam a visualização de objetos moleculares virtuais. Russel e Kozma (1994) utilizaram um software protótipo de ambiente (4M:Chem) que incorpora simultânea e sincronizadamente representações múltiplas de fenômenos químicos. A utilização do módulo com animações sobre equilíbrio gasoso indicou um aumento do conhecimento dos estudantes sobre as características de sistemas no equilíbrio e o efeito da temperatura nestes sistemas.

Avaliações sobre a utilização deste sistema indicaram uma diminuição de declarações errôneas sobre conceitos químicos.

Wu, Krajcik e Soloway (2001) utilizaram uma versão simplificada de ferramentas profissionais centradas no estudante (eChem), para auxiliar estudantes de ensino médio a construir modelos, visualizar múltiplos modelos tridimensionais e comparar representações macroscópicas. Ao invés de oferecer modelos construídos prontos, o software ofereceu a oportunidade de os estudantes construírem seus próprios modelos e externalizarem suas representações. Neste software cada molécula, para ser visualizada, deve ser construída átomo por átomo e ligação por ligação, sendo que o tipo de ligação deve ser especificado.

Ardac e Akaygun (2004) desenvolveram uma ferramenta de visualização química (Chemical Change) sobre transformações químicas, a qual enfatiza as representações macroscópicas, simbólicas e microscópicas. Através do uso de animações o software oferece os três tipos de representação simultaneamente aos estudantes. Além disso, o software propõe situações nas quais é necessária a interação com material de suporte instrucional apostilado, de forma que é requerido dos estudantes desenhos e respostas escritas como resultado final.

Não temos conhecimento até o presente momento de aplicativos de visualização molecular que permitam os estudantes produzirem suas próprias representações de sistemas moleculares por meio de interfaces simplificadas que não exijam conhecimento aprofundado das teorias de modelagem molecular. Diante dessa lacuna, que provavelmente tem impedido a utilização de computadores em situações de ensino-aprendizagem de química, temos desenvolvido um projeto que, em sua fase de produção de aplicativos, consta de duas fases, a criação de uma interface de comunicação do usuário com os aplicativos de simulação para construção de objetos moleculares e o desenvolvimento da interface de veiculação do objeto molecular na tela do computador. A seguir, passamos a descrever as funcionalidades do aplicativo de construção de objetos moleculares.

5. Construtor

Construtor é uma ferramenta de criação de objetos moleculares virtuais, que utiliza o protocolo de transferência de hipertexto (http) para realizar a comunicação do computador cliente com o servidor. Através desta interface o estudante pode construir animações de modelos moleculares bidimensionais, e também pode construir e visualizar, por meio de um *plug-in*, simulações destes modelos projetadas tridimensionalmente a partir da fórmula estrutural condensada. As animações e as simulações estão dispostas em uma mesma tela, para que o estudante tenha oportunidade de comparar suas próprias representações com representações

associadas ao modelo cientificamente aceito. As simulações são feitas utilizando o programa de modelagem molecular Tinker (Ponder e Richards, 1987), e visualizadas com o *plug-in* Chime®, ambas aplicações de domínio público e amplamente empregadas no meio científico.

O ambiente de animação gráfica foi escrito com o auxílio do aplicativo Flash®, da Macromedia, que é um aplicativo de uso geral na construção de animações gráficas. Neste aplicativo, desenhos bidimensionais podem ser criados a partir de figuras geométricas simples. As ferramentas oferecidas fornecem opções onde os desenhos criados podem simular a sensação visual de tridimensionalidade. Os desenhos podem ser criados em uma quantidade variável de quadros com posicionamentos diferentes, de forma que a sobreposição dos quadros cria a sensação visual de movimentação do desenho criado. A possibilidade de criação de desenhos diferentes em camadas separadas, como parte de uma mesma animação, favorece um ambiente de edição organizado e planejado.

O programa em execução no computador servidor, o qual interage com o ambiente de simulação tridimensional do usuário, e fornece os arquivos apropriados para visualização, foi escrito em linguagem C padrão ANSI para ser executado em servidor com ambiente GNU/Linux, da distribuição RedHat 9.0. Esta parte do ambiente oferece uma caixa de entrada para o usuário enviar ao computador servidor, através de protocolo de comunicação via hipertexto da Internet, uma seqüência de letras e números correspondentes a fórmula estrutural condensada de uma molécula orgânica, como por exemplo $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COCH}_3$ ou $\text{CH}_3\text{OCH}_2\text{CH}_3$ ¹, inclusive com cadeia ramificada, insaturada e cíclica. Até o presente momento o programa Construtor reconhece seqüências correspondentes a hidrocarbonetos, compostos halogenados, álcoois, aldeídos, cetonas e éteres. O programa Construtor, em execução no servidor, recebe a seqüência de letras e números, e devolve como resposta um arquivo correspondente à fórmula tridimensional geometricamente otimizada da molécula em questão, ao navegador do usuário. O tempo necessário para a construção do arquivo no servidor depende da quantidade de átomos desejada. Para moléculas com até 20 átomos o tempo de processamento não ultrapassa 1 segundo em uma CPU com processador Celeron 333 MHz. O tempo de resposta naturalmente irá depender da velocidade de conexão do usuário com a internet. O usuário pode visualizar o arquivo automaticamente em seu navegador se instalar em seu computador um *plug-in* de visualização amplamente conhecido e utilizado no meio acadêmico². A figura 1 apresenta o organograma de funcionamento do Construtor

¹ A interface ainda não se encontra adaptada para trabalhar com sub-índices.

² Disponível em <http://www.mdl.com>

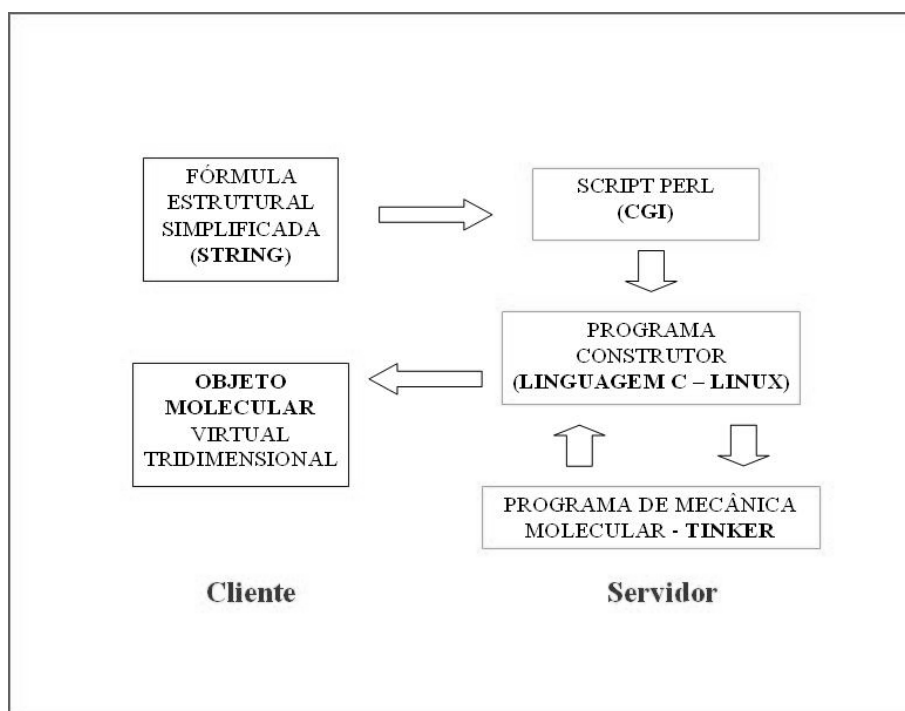


Figura 1: Organograma de funcionamento do aplicativo Construtor

Passaremos a descrever o funcionamento do programa Construtor, bem como sua interface com o recebimento e envio de arquivos pela internet. A página tipo hipertexto, de onde Construtor pode ser acessado, disponibiliza um campo onde o usuário escreve a seqüência de letras e números correspondente à fórmula estrutural condensada de uma molécula orgânica. Próximo a este campo existe um botão que, ao ser acionado pelo usuário, envia a seqüência escrita ao computador servidor. A página hipertexto, através do método POST, envia a seqüência de letras e números para um script tipo CGI, escrito em linguagem Perl, presente no servidor em diretório apropriado. A receber esta seqüência, o script é executado no servidor e se encarrega de processar comandos e executar programas, e finalmente devolver o arquivo final ao navegador do usuário como resposta. Inicialmente o script processa a seqüência de letras e números, para que esta seqüência seja formatada apropriadamente, de forma a ser reconhecida pelos próximos comandos e programas. A seqüência formatada é enviada pelo script para um programa escrito em linguagem C (Kernighan, 1988) padrão ANSI chamado CONSTRUTOR. O Programa CONSTRUTOR, a partir da seqüência recebida, constrói um arquivo em coordenadas tridimensionais e também a matriz de conectividade apropriada, que indica quais átomos estão ligados entre si. O arquivo correspondente é gerado em formato próprio para utilização do pacote de programas de mecânica e dinâmica molecular Tinker, livre para uso acadêmico e

disponível na internet³. O programa Construtor, após gerar o arquivo de coordenadas tridimensionais correspondente a seqüência recebida, submete este arquivo à otimização de geometria por um método de minimização de energia, utilizando o programa MINIMIZE do pacote Tinker. Os parâmetros adequados para serem utilizados automaticamente na otimização de geometria foram selecionados de forma a oferecer uma geometria apropriadamente otimizada, mas também de forma a não demandar demasiado tempo de processamento no servidor. Este último arquivo é devolvido pelo script ao navegador do usuário, também através de protocolo de comunicação via hipertexto, finalizando o trabalho realizado pelo computador servidor.

6. Interfaces com o usuário

Animação: a interface de animação do programa Construtor é capaz de gerar animações estáticas bidimensionais, que não desenvolvem movimentação após serem construídas. O programa não apresenta a opção de movimentação dos átomos e moléculas, por que o mesmo é utilizado pelos alunos em um estágio de conhecimento inicial, logo após a manipulação de objetos moleculares concretos e registro de estruturas moleculares em papel. Na figura 2, apresenta-se uma tela do aplicativo Construtor e também da interface de visualização produzida pelo *plug-in* Chemie.

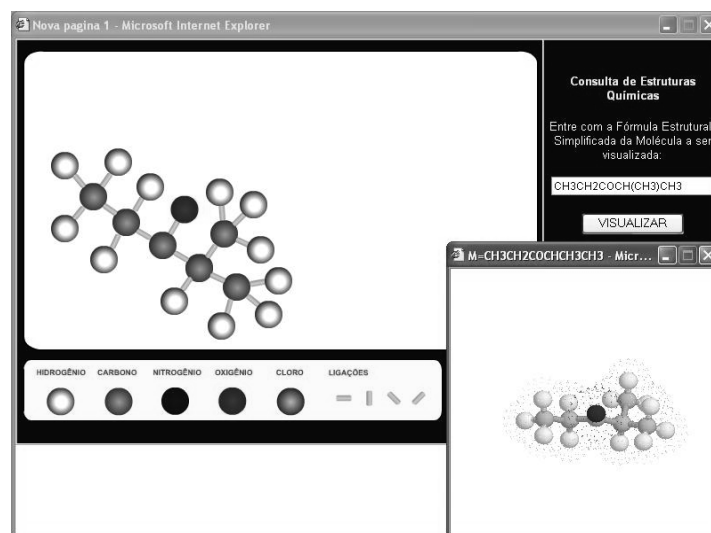


Figura 2: Interface gráfica do aplicativo Construtor.

³ Disponível em <http://dasher.wustl.edu/tinker>

No ambiente de animação gráfica, os estudantes dispõem de uma barra de ferramentas na parte inferior da tela. Nesta barra de ferramentas estão disponibilizadas figuras geométricas bidimensionais que funcionam como objetos virtuais, manipuláveis pelo usuário em quantidade e posicionamento. A forma geométrica destes objetos mimetiza o formato dos objetos moleculares concretos do tipo bola-vareta, de forma que existem 'bolas' e 'varetas' virtuais em quantidade ilimitada, bem como um espaço bidimensional à disposição dos estudantes, onde os mesmos podem ser manipulados. Escolhemos oferecer inicialmente aos estudantes uma área de trabalho bidimensional, bem como objetos moleculares bidimensionais, para evitar obstáculos para aprendizagem, pois a manipulação de objetos em ambiente com projeção tridimensional requer o manuseio de uma quantidade maior de comandos, bem como comandos mais sofisticados, como por exemplo aqueles que produzem textura, sombra e profundidade nos objetos.

As bolas virtuais, que simbolizam os átomos, são apresentadas em diferentes colorações no padrão CPK, de modo a oferecer ao estudante diferentes tipos atômicos. Escolhemos este padrão de coloração pelo fato de o mesmo ser utilizado por grande parte dos sistemas de visualização empregados em livros e aplicativos. Os modelos concretos tipo bola-vareta utilizados em situações de sala de aula, foram fabricados com base neste padrão de cores, o que favorece a correlação entre os objetos moleculares concretos e virtuais.

Os objetos moleculares que representam as ligações químicas virtuais são bastões de tamanhos idênticos, porém estão dispostos espacialmente em quatro posições diferentes. Qualquer uma destas ligações químicas pode ser rotacionada em trezentos e sessenta graus, de forma a tomar o posicionamento apropriado, de acordo com o ponto de vista dos estudantes. Optamos em oferecer estes objetos em quatro posicionamentos diferentes para permitir ao estudante selecionar aquele que mais se aproxima da posição que ele necessita para construir suas representações. Também escolhemos restringir a um único tamanho estes objetos, porque o objetivo da atividade durante a utilização deste ambiente está focado na visualização das posições relativas dos átomos, bem como da ordem de ligação.

A manipulação destes objetos moleculares virtuais, através de animações gráficas, retém a simplicidade e conveniência da manipulação dos objetos moleculares concretos já utilizados, com a vantagem da possibilidade de construção de moléculas de qualquer tamanho. Nesta interface os estudantes podem mover livremente cada um dos objetos que simbolizam os átomos e ligações químicas pela tela do computador. Apesar disto, como os estudantes já manipularam os objetos moleculares concretos, eles têm a tendência de agrupar os objetos bidimensionais que simbolizam os átomos e ligações químicas numa disposição próxima àquela que mimetiza o posicionamento relativo tridimensional.

Simulação: a construção dos objetos moleculares virtuais através do ambiente de simulação é operacionalmente simples, pois requer que o estudante apenas digite uma seqüência de letras e números correspondentes à fórmula estrutural condensada de uma molécula orgânica, e escolha uma forma de representação entre as disponíveis (bola-vareta, espaço preenchido, traço, esqueleto e nuvem eletrônica). Em seguida, o estudante deve pressionar o botão esquerdo do mouse sobre a opção “construir”, oferecida logo abaixo do campo onde digita a fórmula estrutural condensada da molécula em questão. Esta seqüência de letras e números é enviada ao nosso computador servidor, o qual gera um arquivo contendo as coordenadas tridimensionais geometricamente otimizadas da molécula em questão. O computador servidor devolve este arquivo ao navegador do usuário, que pode visualizar o objeto molecular caso o *plug-in* de visualização.

Apesar de ser operacionalmente simples, a utilização do ambiente de simulação requer operações mentais mais sofisticadas do que o ambiente de animação gráfica, uma vez que o estudante deve desenvolver um domínio da representação simbólica, pelo fato de a interface de construção demandar seqüências de letras e números corretas, ou seja, que correspondam a uma molécula dentro dos padrões atualmente aceitos. Ao utilizar este ambiente o estudante é desafiado a visualizar moléculas a partir de seus nomes no padrão IUPAC⁴, de forma que os mesmos têm oportunidade de exercitar a representação da fórmula estrutural a partir do nome, e também têm oportunidade de verificar se sua representação corresponde ao modelo aceito.

Ao manipular objetos moleculares virtuais tridimensionais o estudante pode explorar o objeto molecular sob diversas perspectivas com o auxílio do *mouse*, mimetizando a forma como se manipula os objetos moleculares concretos. Isto faz com que os estudantes criem uma correlação entre o mundo concreto e o virtual, o que pode tornar mais estreita a correlação entre suas imagens mentais e as representações simbólicas e objetos moleculares concretos e virtuais. Além de visualizar a fórmula estrutural em três dimensões, é possível medir os ângulos e distâncias de ligação no objeto molecular virtual. Com isso, o estudante pode comparar, por exemplo, os comprimentos de ligação das ligações simples e insaturadas, o que não é possível em um ambiente de animação gráfica ou com os objetos concretos. Além disso, o estudante pode comparar os diferentes volumes atômicos dos átomos e grupos atômicos presentes na molécula, o que também não é possível a partir de outras formas de representação.

Assim, ambientes que possibilitem o contato do estudante com simulações favorecem o aprofundamento de conceitos que podem ser introduzidos a partir de representações menos sofisticadas, como o de ligações químicas.

⁴ Refere-se a International Union of Pure and Applied Chemistry.

7. Aplicações iniciais e perspectivas futuras

Foi realizado um teste simples de usabilidade do programa Construtor com 32 estudantes do terceiro ano do Ensino Médio de uma escola pública do Estado de São Paulo, visando coletar informações para aprimorar a versão atual. Os estudantes tiveram acesso ao programa Construtor utilizando o Tutorial de Química Orgânica (TQO) como material instrucional de apoio, o qual foi utilizado como atividade orientadora das aulas. Além das respostas por escrito, foi solicitado aos estudantes a realização de atividades de construção, manipulação e visualização de objetos moleculares virtuais e concretos. Os objetos moleculares concretos foram colocados à disposição dos mesmos na forma de modelos comerciais tipo bola e vareta, enquanto os objetos moleculares virtuais foram exibidos aos estudantes como exemplos, ou construídos a partir das interfaces de animação e simulação.

Os estudantes foram organizados em 16 duplas, com o objetivo de incentivar a verbalização e socialização de idéias. Durante as aulas com o programa Construtor os estudantes tiveram acompanhamento do professor, que foi consultado quando surgiram dúvidas sobre o enunciado das questões e atividades propostas, ou quando discordavam entre si da resposta a ser dada.

Nestas aulas, realizadas em uma sala com 18 computadores, os estudantes mostraram atitudes positivas, tanto em relação ao material, quanto às atividades que eram solicitadas, mesmo aqueles que não participavam ativamente de atividades similares, sem o uso de computadores, na sala de aula. As respostas dos alunos às atividades e questões propostas trouxeram indícios da apropriação da simbologia adequada ao modelo de partículas, quando interpretaram fenômenos e propriedades macroscópicas.

De modo geral, observou-se boa desenvoltura dos estudantes com as interfaces, não tendo sido registrada qualquer dificuldade operacional das interfaces de animação e simulação. Testes de usabilidade mais refinados estão sendo planejados a partir dos dados de registro da tela em que os estudantes trabalham, concomitantemente ao registro audiovisual dos mesmos. Com o desenvolvimento de um sistema de ajuda, realizaremos testes mais específicos.

Outra fase do projeto centra-se no desenvolvimento de uma interface para visualização baseada na plataforma Java 2 e usando a API JOGL (*Java bindings for OpenGL*), de modo que, além das funcionalidades já disponíveis no *Chimie*®, sejam incorporados movimentos que mimetizem o movimento de vibração atômico. Estudamos a possibilidade de converter representações bidimensionais de objetos moleculares, desenhadas na interface de animação, em arquivo de entrada para a interface de simulação, oferecendo assim uma opção de criação de objetos que

prescinda da entrada de dados a partir da fórmula estrutural condensada. Essa interface de conversão direta poderá ser utilizada por estudantes de ensino superior que já tem a simbologia química em um grau elevado de apropriação.

O desenvolvimento de interfaces computacionais para visualização de objetos moleculares reacende uma discussão tão antiga quanto atual, como o ser humano age com a matéria para transformar o mundo. Um dos temas contemporâneos mais instigantes, ao lado dos meios digitais e da internet, é a manipulação da matéria em escala nanoscópica. Criar dispositivos em escala molecular é a nova fronteira de manipulação da matéria pela espécie. Produzir substâncias de interesse farmacológico a partir de usinas enzimáticas selecionadas também faz parte da agenda da indústria de química fina. A nanotecnologia e a biologia molecular são fronteiras do conhecimento que conhecerão rápida expansão neste século que se inicia.

A inserção da população nesse debate é uma prioridade do letramento científico que deve não pode ser excluído da educação básica. Hoje, as implicações dessas formas de manipular a matéria atingem dimensões éticas que exigem de nós a formação de um juízo que extravase os limites da ciência, mas não descarte a compreensão de como se constrói o conhecimento também em sua dimensão material. Levar computadores para escolas é mais do que atender as demandas do mercado de trabalho, significa cultivar formas de pensamento contemporâneas, que estão enraizadas no desenvolvimento da espécie, pelo menos na sua ânsia por dominar a matéria.

8. Agradecimentos

Ao CNPq pela concessão de recursos, processo 403223/03-2. À Pró-reitoria de Graduação da USP pela concessão de bolsa a Jackson Góis.

9. Referências.

- Ardac, D., Akaygun, S. (2004). Effectiveness of multimedia-based instruction that emphasizes molecular representations on students' understanding of chemical change. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(4), 317.
- Barnea, N., & Dori, Y. J. (1999). High School chemistry students' performance and gender differences in a computerized molecular modeling learning environment. *Journal of Science Education and Technology*, 8(4), 257-271.
- Barnea, N., & Dori, Y. J. (1996). Computerized molecular modeling as a tool to improve chemistry teaching. *Journal of Chemical Information and Computer Sciences*, 36: 629-636.

- Ben-Zvi, R., Eylon, B., & Silberstein, J. (1987). Students' visualization of a chemical reaction. *Education in Chemistry, July*, 117-120.
- Ben-Zvi, R., Eylon, B., & Silberstein, J. (1988). Theories, principles and laws. *Education in Chemistry, May*, 89-92.
- Bowen, C.W. (1998). Item design considerations for computer-based testing of student Learning in chemistry. *Journal of Chemical Education. 75*, 1172-1175.
- Bezzi, A. (1991). A Macintosh program for improving three dimensional thinking. *Journal of Geological Education, 39*: 284-288.
- Clark, J. M., Paivio, A. (1991). Dual coding theory and education. *Educational Psychology Review, 3*, 149-210.
- Copolo, C.F., & Hounshell, P.B. (1995). Using three-dimensional models to teach molecular structures in high school chemistry. *Journal of Science Educacion and Technology, 4(4)*, 295-305.
- Dori, Y.J., Gabel, D., Barnea, N., and Hameiri. M. (1996). Using novel Technologies to enhance chemistry understanding at the phenomena, molecular and symbolic levels. *Proceeding of the Second Jerusalem International Science and Technology Education Conference, Jerusalem, Israel*, S2-40a.
- Gabel, D.L. (1998). The complexity of chemistry and implications for teaching. In Fraser, B.J., and Tobin, K.G. (Eds.), *International Handbook of Science Education*, Kluwer Academic Publishers, London, pp. 233-248.
- Gabel, D.L., and Bunce, D. M. (1994) Research on problem solving: chemistry. In Gabel, D. L. (Ed.), *Handbook of research on Science Teaching and Learning, Macmillan, New York*, pp. 301-326.
- Gabel, D.L., Briner, D., and Haines, D. (1992). Modeling with magnets – A unified approach to chemistry problem solving. *The Science Teacher March*, 58-63.
- Gabel, D., & Sherwood, R. (1980). The effect of student manipulation of molecular models on chemistry achievement according to Piagetian level. *Journal of Science Teaching, 17(1)*, 75-81.
- Garnet, P.J., Garnet. P.J., and Hacking, M. W. (1995). Students' alternative conceptions in chemistry: A review of research and implications for teaching and learning. *Studies in Science Education, 25*: 69-95.

- Griffiths, A.K., & Preston, K.R. (1992). Grade-12 students' misconceptions relating to fundamental characteristics at atoms and molecules. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(6), 611-628.
- Giordan, M. (1999). O papel da experimentação no ensino de ciências. *Química Nova na Escola* 10, 43-49.
- Giordan, M. (2004). O computador no ensino de ciências: breve revisão crítica acerca de algumas formas de uso. *Submetido para publicação*.
- Hoffmann, R., & Lazlo, R. (1991). Representation in chemistry. *Angewandte Chemie*, 30, 1-16.
- Jonstone, A.H. (1993). The Development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. *Journal of Chemical Education*. 70, 701-704.
- Jonstone, A.H., & Letton, K.M. (1990) .Investigating undergraduate lab work. *Education in Chemistry*, 28, 81-83.
- Jonstone, A.H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computerized Assisted Learning* 7:75-83.
- Kernighan, B., Ritchie, D. (1988). The C programming language, Prentice Hall.
- Kiser, L. (1990). Interaction of spatial visualization with computer enhanced and traditional presentations of linear absolute value inequalities. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching* 10, 85-96.
- Kozma, R.B. (1991). Learning with media. *Review of Educational Research*, 61, 179-211.
- Kozma, R.B., and Russell, J. (1997). Multimedia and understanding: Expert and novice responses to different representations of chemical phenomena. *Journal of Research in Science Teaching*, 34, 949-968.
- Kozma, R.B., Chin, E., Russell, J., & Marx, N. (2000). The roles of presentations and tools in the chemistry laboratory and their implications for chemistry instruction. *Journal of the Learning Sciences*, 9(2), 105-143.
- Kozma, R.B., Russell, J., Jones, T., Marx, N., & Davis, J. (1996). The use of multiple, linked representations to facilitate science understanding. In R.G.S. Vosniadou, E. DeCorte, & H. Mandel (Eds.), *International perspective on the psychological foundations of technology-based learning environments* (pp. 41-60). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

- Krajcik, J.S. (1991). Developing students' understanding of chemical concepts. In S.M.Glynn, R.H. Yeany, & B.K. Britton (Eds.), *The psychology of learning science: International perspective on the psychological foundations of technology-based learning environments* (pp. 117-145). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Nye, M.J. (1993). *From chemical philosophy to theoretical chemistry*. Berkeley, CA: University of California Press.
- Paivio, A. (1986). *Mental representations: A dual-coding approach*. New York: Oxford University Press.
- Ponder, J.W. and Richards, F.M. (1987). Tinker Molecular Modeling Package. *J. Comput. Chem.* **8**, 1016-1024.
- Rodriguez, W. E. (1990). A dual approach to engineering design visualization. *Engineering Design Graphics Journal* **54**(3): 36-43.
- Russel, J. & Kozma, R. (1994). 4M:Chem-multimedia and mental models in chemistry. *Journal of Chemical Education*, **71**, 669-670.
- Sawyer, B.A. (1990). Concept learning versus problem solving: Revisited. *Journal of Chemical Education*, **67**, 253-254.
- Seddon, G.M., and Moore, R.G. (1986). An unexpected effect in the use of models for teaching the visualization of rotation in molecular structures. *European Journal of Science Education* **8**: 79-86.
- Seddon, G. M., Shubber, K. E., (1985). The effects of color in teaching the visualization of rotation in diagrams of three dimensional structures. *British Educational Research Journal* **11**: 227-239.
- Smit, K., Metz, P., (1996). Evaluating student understanding of solution chemistry through microscopic representations. *Journal of Chemical Education*, **73**, 233-235.
- Talley, L. (1973). The use of three-dimensional visualization as a moderator in the higher cognitive learning of concepts in college level chemistry. *Journal of Research in Science Education*, **10**(3), 263-269.
- Tuckey, H., Selvaratnam, M., Bradley, J., (1991). Identification and rectification of student difficulties concerning three-dimensional structures, rotation and reflection. *Journal of Chemical Education*, **68**(6), 460-464.

- Wiley, S.E. (1990). Computer graphics and the development of visual perceptions in engineering graphics curricula. *Engineering Design Graphics Journal* 54(3): 39-43.
- Williamson, V. M., Abraham, M. R. (1995). The effects of computer animation on the particulate mental models of college chemistry students, *Journal of Research in Science Teaching*, 32, 521-534.
- Wu, H., Krajcik, J.S., Soloway, E. (2001). Promoting understanding of chemical representations: Students' use of visualization tool in the classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(7), 821-842.

Uma Metodologia de Apoio à Seleção de Softwares Educativos para o Ensino de Matemática

Maria de Fátima C. de Souza; Mauro C. Pequeño;
José Aires C. Filho y Cidcley T. de Souza

Universidade Federal do Ceará
Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará

Departamento de Computação
60455-760. Fortaleza, Ce (Brasil)
Email: fatimasouza@lia.ufc.br; mauro@vdl.ufc.br

Faculdade de Educação da Universidade Federal do Ceará
60020-110. Fortaleza, Ce (Brasil)
Email: j.castro@ufc.br

Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará
60040-531. Fortaleza, Ce (Brasil)
Email: cidcley@cefetce.br

Resumo: Em virtude ao intenso desenvolvimento de produtos de software educativo atualmente, a seleção desses produtos pelos professores tem se tornado uma tarefa cada vez mais difícil. Argumentamos nesse trabalho que mesmo existindo inúmeras estratégias de avaliação elas não são efetivamente aplicadas para realizar uma seleção baseada na comparação das características dos produtos de software avaliados. Nesse sentido, apresentamos uma nova abordagem para a avaliação de produtos de software educativo. Nessa abordagem propomos uma metodologia que tem como objetivo principal permitir a seleção de produtos de software educativo que possuam características funcionais semelhantes, através da utilização de métricas definidas pelo próprio avaliador e que são baseadas na teoria dos campos conceituais e formalizadas utilizando a técnica de pontos de casos de uso.

Palavras chave: Avaliação de Software, Ensino de Matemática, Software Educativo, Teoria dos Campos Conceituais, Pontos de Casos de Uso.

Resumen: En virtud del intenso desarrollo de productos de software educativos hoy, la selección de esos productos por los maestros ha se tornado una tarea cada vez más difícil. Argumentamos en este trabajo que mismo existiendo innúmeras estrategias de evaluación ellas no son efectivamente aplicadas para realizar una selección basada en la comparación de los rasgos de los productos de software evaluados. En este sentido, presentamos un nuevo abordaje para la evaluación de productos de software educativo. En este abordaje proponemos una metodología que tiene como objetivo principal permitir la selección de productos de software educativo que tengan rasgos funcionales semejantes, por medio del uso de métricas definidas por el propio evaluador y que son basadas en la teoría de los campos conceptuales y formalizadas utilizando la técnica de puntos de casos de uso.

Palabras clave: Evaluación de software, Enseñanza de Matemática, Software Educativo, Teoría de los Campos Conceptuales, Puntos de Casos de Uso.

1. Introdução

Tem-se observado, de forma cada vez mais intensa, o lançamento de produtos de software no mercado que, segundo seus fabricantes, poderiam auxiliar o trabalho de professores e facilitar a aprendizagem dos alunos. No entanto, grande parte destes programas é de baixa qualidade tanto técnica quando pedagógica, fato explicado pela dificuldade de se expressar conceitos pedagógicos na produção de software educativo (SE) (Tchounikine, 2002).

Desta forma, é fundamental que se faça uma avaliação sistemática da qualidade e dos efeitos de tais produtos de software antes de aplica-los na sala de aula. Porém, tal procedimento não ocorre com frequência, visto que muitas instituições de ensino adquirem programas que são utilizados pelos alunos sem uma avaliação prévia.

No entanto, pelo fato de existir uma grande variedade de SE disponíveis atualmente que podem ser utilizados para trabalhar um mesmo conteúdo, essa tarefa de avaliação torna-se bastante difícil, principalmente se considerarmos as técnicas de avaliação propostas atualmente na literatura. De fato, essas técnicas têm como ênfase a análise tanto de aspectos cognitivos como de aspectos de usabilidade, normalmente utilizando métricas simplificadas de forma a categorizar um determinado software ou mostrar que certos aspectos estão ou não presentes. Contudo, em virtude da expressividade limitada dessas métricas (por exemplo, pontuações que variam de 0 e

4), essas metodologias acabam não sendo eficazes no que tange a comparação de produtos de software¹.

Nesse artigo, propomos uma nova metodologia de apoio à avaliação de SE. Nossa abordagem se baseia na idéia de formalizar tanto aspectos pedagógicos como técnicos de forma a possibilitar a realização de uma avaliação comparativa precisa entre SE. Nossa metodologia propõe a adoção e a especificação de métricas para aspectos relevantes definidas pelo próprio professor a serem aferidos nos SE que estão sendo avaliados.

Para alcançar esses objetivos, propomos nesse trabalho, a utilização da técnica de engenharia de requisitos de Pontos de Casos de Uso (Karner, 1993), largamente utilizada para estimar esforço de desenvolvimento de software, juntamente com a teoria dos campos conceituais de Vergnaud (Vergnaud, 1990), de modo a capturar, respectivamente, os requisitos funcionais e não funcionais, além de fatores pedagógicos, considerando uma perspectiva pedagógica construtivista.

2. Avaliação de Software Educativo e a Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud

2.1. Modelos de Avaliação

Existem vários modelos de avaliação de SE propostos na literatura. De uma maneira geral, podemos destacar os modelos de avaliação objetiva, formativa e os baseados em teorias da aprendizagem (Oliveira, Costa, & Moreira, 2001). Na avaliação objetiva uma equipe multidisciplinar analisa diferentes aspectos a serem considerados na qualidade do produto através de listas de critérios que representam a posição teórica de cada autor sobre a aprendizagem. Já a avaliação formativa é realizada durante a utilização do SE pelos próprios usuários através de entrevistas, questionários ou o acompanhamento de perto da interação do usuário com o software. Os modelos que utilizam teorias de aprendizagem se propõem a justificar a concepção do SE de acordo com alguma teoria de aprendizagem (Oliveira et al., 2001).

Contudo, tradicionalmente, os SE são analisados seguindo-se grades de categorias oriundas da engenharia de software que focalizam parâmetros gerais relativos à qualidade da interface, à coerência de apresentação dos conceitos e aos aspectos ergonômicos gerais dos sistemas (Gomes, Castro Filho, Gitirana, 2002). Esta avaliação é feita a partir da aplicação de tabelas de critérios nas quais aspectos como: consistência da representação, usabilidade, qualidade da interface, qualidade do feedback, etc., são

¹ Produto de software é um termo utilizado em Engenharia de Software para identificar um software que possa ser vendido/fornecido a um cliente.

considerados segundo uma escala de três ou quatro níveis (regular, bom, ótimo; ou regular, bom, muito bom e ótimo).

Como já citamos, as metodologias para avaliação de SE são basicamente voltadas à verificação da presença de determinados requisitos nos produtos de software avaliados. Em alguns casos há a utilização de algum tipo de pontuação simples onde esses pontos são levantados basicamente a partir de observações superficiais e informais. Por conta dessa informalidade, podemos concluir que essas metodologias não são tão eficazes quando o objetivo principal é comparar SE de mesmo domínio, principalmente no que tange a aspectos pedagógicos.

2.2. A Teoria dos Campos Conceituais

A teoria dos campos conceituais, proposta por Vergnaud (Vergnaud, 1990), é uma teoria cognitivista que oferece um referencial ao estudo do desenvolvimento cognitivo e da aprendizagem de competências complexas, particularmente aquelas implicadas nas ciências, levando em conta os próprios conteúdos do conhecimento e a análise conceitual de seu domínio. Embora Vergnaud esteja especialmente interessado nos campos conceituais das estruturas aditivas e das estruturas multiplicativas (Vergnaud, 1983), a teoria dos campos conceituais não é específica desses campos, nem da matemática. Vergnaud define o termo conceito como terna de conjuntos (Magina, Campos, Nunes & Gitirana, 2000) (S, I, R) onde:

- S é um conjunto de situações que dão sentido ao conceito;
- I é um conjunto de invariantes (objetos, propriedades e relações) sobre os quais repousa a operacionalidade do conceito, ou o conjunto de invariantes operatórios associados ao conceito, ou o conjunto de invariantes que podem ser reconhecidos e usados pelos sujeitos para analisar e dominar as situações do primeiro conjunto;
- R é um conjunto de representações simbólicas (linguagem natural, gráficos e diagramas, sentenças formais, etc.) que podem ser usadas para indicar e representar esses invariantes e, conseqüentemente, representar as situações e os procedimentos para lidar com elas.

Argumentamos que a definição de métricas precisas para a avaliação de requisitos funcionais e não funcionais de SE e a utilização dos conceitos de campos conceituais de Vergnaud para a elicitação de requisitos de domínio pode nos fornecer um mecanismo bastante eficiente para permitir a realização de uma escolha mais precisa de quais SE utilizar em sala de aula e qual o seu impacto pedagógico resultante da utilização desses SE relativos aos conceitos que estamos querendo ensinar.

3. Engenharia de Requisitos e os Pontos de Casos de Uso

Antes de apresentarmos a metodologia que propusemos é importante deixar claro quais as funções dos requisitos no processo de desenvolvimento de um software sob o ponto de vista formal da Engenharia de Requisitos. Além disso, ressaltaremos aqui a abordagem que utiliza pontos de casos de uso (Kraner, 1993) para a realização de estimativas de tempo e esforço de desenvolvimento de produtos de software baseado nas informações dos requisitos.

3.1. Requisitos de Software

Segundo Sommerville (2004), podemos definir requisitos de um software da seguinte forma:

1. Requisitos Funcionais: São declarações de funções que o sistema deve fornecer, como o sistema deve agir a entradas específicas e como deve se comportar em determinadas situações. Em alguns casos, os requisitos funcionais podem também explicitamente declarar o que o sistema não deve fazer;
2. Requisitos Não funcionais: São restrições sobre os serviços ou as funções oferecidos pelo sistema. Entre eles destacam-se restrições sobre o processo de desenvolvimento, padrões, entre outros;
3. Requisitos de Domínio: São requisitos que definem funções específicas de determinados domínios de aplicação. Esses requisitos tanto podem ser funcionais como não funcionais.

Normalmente, os requisitos funcionais são verificados em um determinado software apenas pela sua presença ou ausência. Já os requisitos não funcionais, não podem ser avaliados da mesma forma que os funcionais. De fato, a verificação de requisitos não funcionais não é uma tarefa simples, pois muitas vezes esses requisitos são também tratados como funções a serem fornecidos pelo sistema, sendo essas funções difíceis de serem testadas nos produtos de software. Para resolver esses problemas, os requisitos não funcionais devem ser expressos quantitativamente (Sommerville, 2004), utilizando métricas que possam ser efetivamente testadas.

Para que possamos verificar a presença e a efetividade de um requisito funcional em um SE de matemática apenas a especificação de casos de uso não é suficiente. Nesse trabalho, propomos a utilização de pontos de casos de uso para extrair informações das especificações a serem usadas na avaliação de SE.

3.2. Pontos de Casos de Uso

Atualmente, a análise de sistemas orientados a objetos utiliza diagramas de casos de uso para descrever as funcionalidades do sistema de acordo com a forma de utilização por parte dos usuários. A técnica de análise de dimensão por casos de uso foi criada para permitir que seja possível estimar o tamanho de um software ainda na fase de levantamento de requisitos, utilizando-se dos próprios documentos gerados nesta fase de análise como subsídio para o cálculo dimensional. A técnica de estimativa por pontos de caso de uso foi proposta em 1993 por Gustav Karner (Karner, 1993). Essa técnica trata de estimar o tamanho de um software de acordo com o modo como os usuários o utilizarão, a complexidade de ações requerida por cada tipo de usuário e uma análise em alto nível dos passos necessários para a realização de cada tarefa. Os passos necessários para a geração da estimativa são:

1. Classificar os atores envolvidos em cada caso de uso, de forma a obter um somatório de pontos não-ajustado. O peso total dos atores do sistema (Unadjusted Actor Weight, ou UAW) é calculado pela soma dos produtos do número de atores de cada tipo pelo respectivo peso;
2. Calcular o peso bruto dos casos de uso (Unadjusted Use Case Weight, ou UUCW). O cálculo do UUCW é realizado como no cálculo de peso dos atores, somando-se os produtos da quantidade de casos de uso classificados em cada tipo pelo peso nominal do tipo em questão. O peso total não ajustado (Unadjusted Use Case Points, ou UUCP) é calculado pelo somatório entre os pesos de atores e casos de uso: $UUCP = UAW + UUCW$;
3. Calcular os fatores de ajuste. O método de ajuste é constituído de duas partes - um cálculo de fatores técnicos (Technical Complexity Factor, ou TCF), cobrindo uma série de requisitos funcionais do sistema; e um cálculo de fatores de ambiente (Environment Factor, ou EF), requisitos não-funcionais associados ao processo de desenvolvimento; Esses fatores de ajuste são calculados utilizando as seguintes fórmulas:

$$TCF = 0.6 + (.01 \times TFactor)$$

$$EF = 1.4 + (-0.03 \times EFactor)$$

4. Finalmente, podemos calcular o valor total do sistema em (Use Case Points, ou UCP) utilizando-se da seguinte fórmula:

$$UCP = UUCP \times TFC \times EF$$

É válido ressaltar que os pesos utilizados para a definição da complexidade de atores, de casos de uso e para a definição de fatores técnicos e ambientais são apresentados na literatura de forma mais ou menos padronizada. Esses pesos são definidos de forma empírica de acordo com a complexidade de um caso de uso ou da importância de um ator.

4. Avaliação Comparativa de Software Educativo

O objetivo principal da nossa metodologia de avaliação é auxiliar o professor no processo de seleção de produtos de software para um determinado domínio da matemática, fornecendo um mecanismo mais detalhado de se aferir requisitos funcionais, não funcionais e pedagógicos-cognitivos que sejam relevantes para os produtos de software que estão sendo avaliados.

4.1. Metodologia de Avaliação Comparativa

Na Figura 1 apresentamos de forma simplificada a metodologia de avaliação que estamos propondo. Nesse diagrama podemos observar as atividades envolvidas no processo de avaliação.

1. As seguintes são atividades da metodologia:
2. Selecionar Software Candidato: Nessa primeira atividade o software a ser avaliado é escolhido;
3. Levantar Requisitos Funcionais: O levantamento dos requisitos funcionais deve ser realizado através da construção de diagramas de casos de uso considerando as funções/operações fornecidas pelo software que está sendo avaliado;

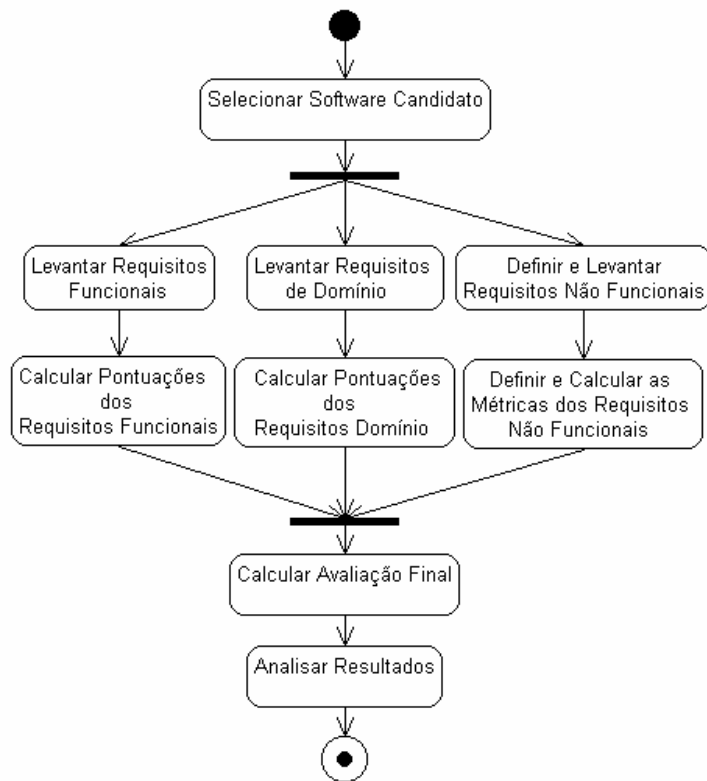


Figura 1. Atividades da Metodologia de Avaliação Comparativa

4. Levantar Requisitos de Domínio: Os requisitos de domínio dizem respeito aos aspectos pedagógicos/cognitivos importantes para o aprendizado do conteúdo abordado pelo software. Para realizar essa atividade utilizamos a teoria dos campos conceituais de Vergnaud, de modo a considerarmos mais precisamente os esquemas necessários para a aprendizagem dos conceitos matemáticos trabalhados no software. Essa atividade é realizada mediante o preenchimento de um formulário de avaliação de requisitos de domínio, que denominamos de Tabela de Avaliação de Requisitos de Domínio;
5. Definir e Levantar Requisitos Não Funcionais: Nessa etapa são identificados os requisitos não funcionais que devem ser utilizados para avaliar o software. Esses requisitos devem ser escolhidos se observando os objetivos definidos para o software no contexto dos conteúdos que estão sendo utilizadas na sala de aula.

6. Calcular Pontuações dos Requisitos Funcionais: Depois de devidamente especificados os casos de uso dos requisitos funcionais, realizamos o cálculo das pontuações desses requisitos. Esse cálculo é fornecido aplicando a técnica de pontos de casos de uso. Como resultado dessa atividade, teremos o valor funcional estimado do software;
7. Calcular Pontuações dos Requisitos Domínio: Os requisitos pedagógicos são calculados nessa atividade através de cálculos realizados baseado nos valores da Tabela de Avaliação de Requisitos de Domínio. Como resultado dessa atividade, teremos o valor pedagógico/cognitivo estimado do software;
8. Definir e Calcular as Métricas dos Requisitos Não Funcionais: Baseado nos requisitos não funcionais levantados na atividade 3 devemos realizar a definição e o cálculo das métricas utilizadas para aferir os requisitos não funcionais escolhidos;
9. Calcular Avaliação Final: O cálculo final da avaliação do SE é realizado utilizando os valores levantados nas atividades anteriores. Esse valor final irá ser composto pelos fatores funcionais, não funcionais e por requisitos pedagógicos, permitindo que seja realizada uma avaliação mais precisa por parte do professor;
10. Analisar Resultados: Com os resultados das avaliações de SE de mesmo domínio, o avaliador poderá escolher os produtos de software que venham melhor se adequar às métricas que foram aferidas.

4.2. Especificação de Casos de Uso e Cálculo de Métricas Funcionais

Nesse trabalho, para a especificação dos casos de usos dos SE de forma a capturar as ações dos usuários, algumas restrições devem ser observadas. Essas restrições tanto dizem respeito aos tipos de atores que podem fazer parte dos cenários quanto à definição da importância dos atores e dos casos de uso. Essa importância será utilizada para a definição de pontuações para o cálculo dos pontos de casos de uso para o software. Dessa forma, temos as seguintes restrições:

1. Devem ser utilizados apenas dois atores (Professor, Aluno), com pesos 2 e 3 respectivamente: essa restrição mostra que estamos valorizando apenas os papéis dos professores e alunos para o software que está sendo avaliado. Os pesos para cada ator são definidos segundo a importância da cada um no processo. Nesse caso propomos a definição de um peso mais alto para o aluno, de modo a priorizarmos a escolha de produtos de software que

ofereçam características funcionais direcionadas à esse ator. Contudo, também pontuamos positivamente a participação do professor como mediador na utilização de um SE, como apresentado em Oliveira, Gomes e Borges Neto (2001b).

2. Os casos de uso devem possuir seus pesos definidos de acordo com a sua importância para o tópico de estudo, variando de 0 a 5: para um software de ensino de equações para turmas iniciais, a apresentação dos passos do cálculo pode ser pontuado com 5. Já esse mesmo fator não é relevante para um software de nível superior, podendo ser pontuado com 1, ou até mesmo 0.
3. Desse modo, o cálculo final para as métricas dos requisitos funcionais dos pontos de casos de uso será composto apenas pelas Unadjusted Use Case Points (UUCP), seguindo a fórmula apresentada anteriormente:

$$UUCP = UAW + UUCW$$

4.3. Levantamento e Cálculo de Pontuações de Requisitos de Domínio

Os requisitos de domínio, no caso desse trabalho, são requisitos relativos a fatores pedagógicos/cognitivos. Abordamos esse tema utilizando a teoria dos campos conceituais de Vergnaud. Como apresentado na seção 2, um campo conceitual pode ser definido como: um conjunto de situações que dão sentido a um conceito; um conjunto de invariantes e um conjunto de representações simbólicas para o conceito. Se utilizarmos o campo conceitual da álgebra, esses fatores podem ser representados da seguinte forma:

- Situações: aqui devem ser relacionados as situações e os problemas a resolver, visto que esses fatores é que dão sentido ao conceito que está sendo tratado. Por exemplo, calcular a área de um quarto com o propósito de revesti-lo;
- Invariantes: são os princípios lógicos subjacentes ao próprio conceito. No caso da álgebra, podem ser considerados como invariantes: incógnita, variável, equação, inequação, fórmula e função;
- Representações: é a forma como que os invariantes podem ser representados de modo a permitir a manipulação dos conceitos. Essas representações podem ser formais, tais como símbolos de igualdade "=", ou informais, tais como figuras e objetos (representação icônica).

Para a realização do levantamento dos requisitos de domínio, utilizamos nesse trabalho, uma tabela, denominada Tabela de Avaliação de Requisitos de Domínio. Nessa tabela observaremos os três aspectos definidos por Vergnaud para a construção de um conceito. Sendo que são pontuados positivamente os produtos de software que utilizarem essas representações. Além disso, pontuamos a contextualização das representações com relação ao perfil dos alunos que utilizarão o software e pela inter-relação entre os aspectos. A Tabela 1 deve ser utilizada para a realização do levantamento de requisitos de domínio para o campo conceitual da álgebra.

<i>Nível de Ensino Abordado</i>	<input type="checkbox"/> Ensino Infantil <input type="checkbox"/> Ensino Fundamental <input type="checkbox"/> Ensino Médio <input type="checkbox"/> Ensino Superior <input type="checkbox"/> Não se Aplica
<i>Situações Apresentadas</i>	<input type="checkbox"/> Problemas de Equações <input type="checkbox"/> Problemas de Inequações <input type="checkbox"/> Funções <input type="checkbox"/> Sistemas de Equações <input type="checkbox"/> Sistemas de Inequações <input type="checkbox"/> Outro. _____ <input type="checkbox"/> Não apresenta situação
<i>Invariantes Envolvidas</i>	<input type="checkbox"/> Variáveis <input type="checkbox"/> Incógnitas <input type="checkbox"/> Equações <input type="checkbox"/> Inequações <input type="checkbox"/> Funções <input type="checkbox"/> Outro. _____
<i>Representações Utilizadas</i>	1 - Formal 2 - Linguagem Natural 3 - Icônica Variáveis <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Incógnitas <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Equações <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Inequações <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Funções <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<i>Correlações</i>	Representações são compatíveis com o Nível de Ensino abordado? <input type="checkbox"/> Existem relações diretas observáveis entre as Representações e os Invariantes? <input type="checkbox"/>

Tabela 1. Requisitos de Domínio

Para realizar o cálculo de pontuações para os requisitos de domínio, consideraremos esses tipos de requisitos como fatores técnicos (*Technical Factors*)(Referência de UCP) dos pontos de casos de uso. Assim, utilizaremos a tabela de pesos (Tabela 2) para os fatores. Na Tabela 3, apresentamos a forma como se avaliar cada um dos fatores no software.

Fator	Peso
Situação	5
Invariantes	2
Representações	1.5
Correlações	5

Tabela 2. Pesos dos Fatores Técnicos

Fator	Cálculo dos Valores
Situação	Somar 1 ponto para cada situação selecionada na Tabela 1. Usar 0 se o item escolhido for "Não apresenta situação".
Invariantes	Somar 1 ponto para cada invariante selecionada na Tabela 1
Representações	Somar 1 ponto para cada Representação selecionada na Tabela 1
Correlações	Somar 2 pontos para cada Correlação selecionada na Tabela 1

Tabela 3 - Avaliação de Fatores Técnicos

O cálculo final dos fatores técnicos relacionados aos requisitos de domínio levantados a partir de uma perspectiva dos campos conceituais de Vergnaud deve ser realizado utilizando a seguinte fórmula:

$$TCF = 0.6 + (.01 \times TFactor)$$

Onde TCF é o Fator de Complexidade Técnica (*Technical Complexity Factor*) e Tfactor é o Fator Técnico Total (*Total Technical factor*) que é calculado pela soma dos produtos dos pesos de cada fator técnico pelo valor levantado pela Tabela 1.

Os valores definidos para os pesos na Tabela 2, segue a variação sugerida em (Kraner, 1993), que foi definida de 0 a 5. No nosso caso, como estamos realizando a

avaliação de requisitos de domínio e nesse caso o que é mais importante são os fatores pedagógicos subseqüentes a esse conceito, avaliamos com valores maiores os SE que ofereçam situações que forneçam o aprendizado de um conceito e os que possuem correlações entre essas situações e sua representações. Por esse motivo o fator Situação e Correlações possuem peso 5. Os demais valores

4.4. Definição, Levantamento e Cálculo de Pontuações de Requisitos Não Funcionais

Na fase de definição dos requisitos não funcionais escolhemos que requisitos não funcionais são importantes para os produtos de software que estão sendo avaliados. Por questão de simplificação será utilizada nesse trabalho apenas a usabilidade como requisito não funcional a ser avaliado. Para o requisito de usabilidade devem ser definidas e especificadas as métricas a serem utilizadas. Particularmente para usabilidade podemos utilizar métricas como (Nielsen, 2001):

1. Tempo para completar uma tarefa;
2. Frequência da utilização do help ou da documentação;
3. Número de clicks do mouse;
4. Distância percorrida pelo mouse.

Para definir a importância dessas métricas em relação à avaliação que estamos realizando, devemos fornecer um peso para cada métrica. Na metodologia que estamos propondo, cada métrica de requisitos não funcionais está sendo tratada como um fator ambiental (*Environment Factor*) definido na técnica de pontos de casos de uso. Na Tabela 4, apresentamos as pontuações para esses requisitos:

Requisito Não Funcional	Peso
Tempo para completar uma tarefa	5
Frequência da utilização do <i>help</i> ou da documentação	2
Número de clicks do mouse	3
Distância percorrida pelo mouse	3

Tabela 4. Pesos dos Fatores Ambientais

Para realizar o levantamento dos requisitos não funcionais nos produtos de software que estão sendo avaliados temos que utilizar cada software e anotar as informações necessárias para cada requisito. Para automatizar essa tarefa

apresentamos em (Souza, Castro Filho & Pequeno, 2004) uma ferramenta para o suporte a extração de requisitos não funcionais de SE.

O cálculo do valor relativo aos requisitos não funcionais é realizado pela fórmula seguinte, que é utilizada para o cálculo de fatores ambientais dos pontos de casos de uso:

$$EF = 1.4 + (-0.03 \times EFactor)$$

Onde EF significa fator ambiental (*Environment Factor*) e EFactor significa Fator Ambiental Total (*Total Environment Factor*).

Os valores para cada requisito a ser elicitado nos produto de software, devem variar entre 0 e 5. Esses valores devem ser ponderados de acordo com os resultados mais elevados, e ajustados para que fiquem dentro da faixa de variação. Por exemplo, se for avaliado um requisito não funcional entre os produtos que estão sendo comparados tendo 20 como seu maior valor, esse deve ser considerado como 5 e, utilizando uma regra de três simples, todos os demais valores devem ser ajustados.

4.5. Cálculo da Avaliação Final e Análise de Resultados

Depois de realizar todos os levantamentos de requisitos funcionais, de domínio e não funcionais, a atividade seguindo do processo de avaliação é calcular o valor final do software. Esse valor final, também utilizando uma abordagem baseada em pontos de casos de uso, é fornecido pela fórmula:

$$AUCP = UUCP \times TCF \times EF$$

Onde AUCP significa Pontos de Casos de Uso Ajustados (*Adjusted Use Case Points*). Utilizando esses valores calculados para cada software candidato, podemos ter uma avaliação precisa de diversos aspectos do software, desde fatores puramente operacionais até fatores pedagógicos/cognitivos.

Para validar a abordagem apresentada nesse trabalho, apresentamos um exemplo simplificado da avaliação comparativa de dois SE utilizados para auxiliar no ensino de álgebra.

4.6. Seleção dos Produtos de Software Candidatos

Os produtos de software escolhidos para apresentar a nossa abordagem de avaliação comparativa são dois produtos de software que apresentam características funcionais e não funcionais bastante semelhantes, ou seja, a priori seria bastante difícil para o professor a decisão de qual software usar em suas aulas.

O primeiro software utilizado foi o Jogo da Balança (Luca, 1995). Esse software permite, através de uma balança de pratos, trabalhar com o conceito de equações e comparação entre quantidades. Desenvolvido em sete níveis de dificuldade, o software permite a utilização de representações gráficas de maçãs, carneiros, entre outras, para mostrar a igualdade entre quantidades nos dois pratos da balança. O aluno, através de operações de adição, subtração, multiplicação e divisão, pode manipular as quantidades nos pratos até conseguir o equilíbrio. Nos níveis mais avançados, podem ser utilizados pesos para manipular quantidades maiores.

O segundo software utilizado foi o Balança Interativa (Castro Filho, 2004). Esse software também trabalha com uma balança de pratos e, como no Jogo da Balança, trabalha com os conceitos de equações. Além disso, o software também trabalha com conceitos de inequações, permitindo a comparação entre quantidades diferentes e mostrando a noção de “maior que” e “menor que”. Desenvolvido em dez níveis diferentes, esse software permite a utilização de pesos com valores desconhecidos (representados por letras) e de pesos com valores conhecidos, sendo que o aluno deve, de um lado da balança, colocar os pesos desconhecidos e do outro os pesos conhecidos até que o equilíbrio ocorra. Nesse software, a expressão matemática referente à disposição de pesos poderá ser apresentada em qualquer tempo. Em níveis mais elevados essas expressões podem ser manipuladas diretamente.

4.7. Especificação de Casos de Uso e Cálculo de Métricas Funcionais

Os dois produtos de software que estão sendo avaliados foram desenvolvidos para serem utilizados pelos alunos, com a mediação do professor, para o auxílio do desenvolvimento de aptidões algébricas. Contudo, para o cálculo do valor dos requisitos funcionais para esses produtos, apenas o ator Aluno será considerado, visto que o ator professor não irá realizar tarefas diretas no software.

Inicialmente, para o cálculo do valor dos requisitos funcionais do Jogo da Balança, podemos identificar os seguintes casos de uso com seus respectivos pesos:

Caso de Uso	Peso
Escolher Pesos	3
Exibir Expressão Algébrica	3
Mudar Nível	2

Já a avaliação de requisitos funcionais para o Balança Interativa foi considerada utilizando os seguintes casos de uso com seus respectivos pesos:

Caso de Uso	Peso
Escolher Pesos	5

Exibir Expressão Algébrica	5
Mudar Nível	2
Limpar Pratos	0

Na utilização do Jogo da Balança os pesos são gerados dos dois lados dos pratos. Em seguida é permitida a realização de operações de adição ou subtração de unidades em cada lado do prato. Então podemos verificar se os pratos estão equilibrados através de um botão que mostra a expressão matemática correspondente.

No Balança Interativa, os pesos podem ser escolhidos livremente dos dois lados dos pratos, sendo que é possível utilizar pesos com valores desconhecidos (representados por letras) ou pesos com valores conhecidos. Em seguida o aluno pode manipular esses pesos e trabalhar com equilíbrio entre os pratos, substituindo os pesos livremente. Um outro fator importante é a utilização de um botão que pode ser acionado em qualquer tempo para apresentar a expressão algébrica formal relativa à configuração da balança.

Por conta de uma maior flexibilidade na escolha dos pesos a Balança Interativa tem esse requisito com um valor maior que o correspondente no Jogo da Balança. Já pelo fato de ser permitida a verificação das expressões algébricas formais a qualquer tempo, o Balança Interativa também tem esse requisito mais bem avaliado que no Jogo da Balança. Desse modo, são calculados os pontos de casos de uso para cada software da seguinte forma:

$$\begin{aligned} & \text{Jogo da Balança:} \\ & \text{UAW} = 3 \times 1 = 3 \\ & \text{UUCW} = 2 \times 3 + 1 \times 3 = 9 \\ & \text{UUCP} = \text{UAW} + \text{UUCW} = 12 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Balança Interativa:} \\ & \text{UAW} = 3 \times 1 = 3 \\ & \text{UUCW} = 2 \times 5 + 1 \times 2 + 1 \times 0 = 12 \\ & \text{UUCP} = \text{UAW} + \text{UUCW} = 15 \end{aligned}$$

Até aqui, podemos concluir que funcionalmente o Balança Interativa fornece mais recursos para o aluno. Isso implica dizer que o Balança Interativa realiza melhor as tarefas que elicitamos nos casos de uso de acordo com os valores de importância que demos para cada caso de uso.

4.8. Levantamento e Cálculo de Pontuações de Requisitos de Domínio

Para um software de apoio ao aprendizado de álgebra, além dos fatores funcionais, também os fatores pedagógicos subjacentes aos conceitos devem ser tratados de alguma forma. Nesse sentido, abordamos a avaliação desse tipo de requisito, aqui tratado com requisito de domínio, utilizando a teoria dos campos conceituais de Vergnaud.

Aplicando a Tabela de Avaliação de Requisitos de Domínio, que apresentamos na seção 4, obtivemos os seguintes resultados:

Jogo da Balança

Fator	Peso	Valor Levantado	Resultado
Situação	5	1	5
Invariantes	2	1	2
Representações	1.5	2	3
Correlações	5	2	10
			20

Balança Interativa

Fator	Peso	Valor Levantado	Resultado
Situação	5	1	5
Invariantes	2	3	6
Representações	1.5	4	6
Correlações	5	4	20
			37

Na avaliação sobre Situação, ambos os produtos trabalham com a abstração de uma balança para trabalhar com os conceitos algébricos, dessa forma ambos foram avaliados da mesma maneira.

Com relação aos Invariantes os dois produtos trabalham com a noção de equações através da abstração do equilíbrio entre os pratos. O Balança Interativa utiliza também as noções de inequações, através da manipulação dos pesos enquanto a balança está em desequilíbrio, e de incógnitas, com a utilização de pesos de valores desconhecidos.

É utilizada uma representação baseada em figuras (balança, pesos, maçãs, tartarugas, etc.) para manipular as informações de Invariantes utilizadas nos dois produtos, bem como a representação formal para as equações. Adicionalmente, o Balança Interativa, faz uso de representações formais para incógnitas e inequações.

As correlações observadas nos dois produtos indicam que suas representações são compatíveis com os níveis educacionais onde eles são aplicados. Já o Balança Interativa apresenta uma melhor relação às representações e os invariantes, permitindo a visualização direta dos conceitos de inequações e incógnitas.

O cálculo final dos resultados da avaliação de requisitos de domínio é o seguinte:

Jogo da Balança:

$$TCF = 0.6 + (.01 \times 20) = 0.6 + 0.2 = 0.8$$

Balança Interativa:

$$TCF = 0.6 + (.01 \times 37) = 0.6 + 0.37 = 0.97$$

Podemos concluir com a avaliação dos requisitos de domínio que o Balança Interativa apresenta melhor uma avaliação com relação a fatores pedagógicos

4.9. Definição, Levantamento e Cálculo de Pontuações de Requisitos Não Funcionais

Para a avaliação dos requisitos não funcionais realizamos a tarefa de verificar uma equação simples (ex.: $2 + X = 5$). No Jogo da Balança essa tarefa é realizada utilizando as operações de adição ou subtração para tentar igualar a quantidade de elementos nos pratos da balança. Assim, é escolhida uma operação e então é definida a quantidade de elementos que deverão ser adicionados ou subtraídos (dependendo da operação escolhida) clicando nas setas próximas à caixa de texto fornecida para este fim até, atingir o valor desejado.

No Balança Interativa existem várias incógnitas cujos valores devem ser descobertas, para essa avaliação utilizaremos apenas uma incógnita, de modo a ser possível realizar uma comparação mais aproximada com o Jogo da Balança. Para trabalhar uma equação simples, devemos inicialmente escolher um peso sem valor definido e coloca-lo em um dos pratos. Isso é feito clicando sobre o peso e arrastando para o prato desejado. Em seguida devemos selecionar os pesos com valores definidos e arrastar (ou retirar-los) para pratos até alcançar o equilíbrio.

Na definição das métricas não funcionais para a avaliação utilizamos três métricas simples. A primeira o número de clicks no mouse para a realização de uma única operação, cujo peso que definimos é 2, visto que esse é um critério relativamente relevante para a usabilidade de um software, principalmente para o público ao qual ele se destina.

A segunda métrica foi o tempo necessário para realizar uma operação simples, que recebeu peso 2, por ser esse um fator que envolve diretamente a motivação do aluno, visto que o tempo longo na realização de uma operação pode fazer o aluno perder a atenção no conteúdo.

A terceira métrica foi a distância percorrida pelo mouse na realização da tarefa. Essa métrica está ligada à dificuldade da operação de “arrastar-e-soltar” para pessoas que não utilizam computador freqüentemente ou com coordenação motora ainda em formação. Assim, esse critério foi pontuado com peso 3.

Vale ressaltar que existem diversas outras métricas que poderíamos ser utilizadas, contudo resolvemos colocar nesse trabalho apenas essas três métricas, que já são suficientes para exemplificar a aplicação da metodologia proposta.

Os resultados obtidos na avaliação foram os seguintes:

Jogo da Balança

Requisito Não Funcional	Peso	Valor Levantado	Resultado
Nº de clicks no mouse	2	5	10
Tempo de uma operação	2	3.75	7.5
Distancia percorrida pelo mouse	3	2.67	8.01
			25.51

Balança Interativa

Requisito Não Funcional	Peso	Valor Levantado	Resultado
Nº de clicks no mouse	2	0.71	1.42
Tempo de uma operação	2	5	10
Distancia percorrida pelo mouse	3	5	15
			26.42

Na avaliação do número de clicks do mouse para a realização de uma operação simples no Jogo da Balança, são necessários 1 click para se escolher a operação, mais uma quantidade de clicks definida pela número a ser adicionado ou subtraído de um dos pratos e um outro click para se verificar o resultado. Assim, temos um total de 2 + VI (Valor da Incógnita) que estamos procurando. Para realizar essa avaliação, vamos supor que o a incógnita tem valor 5, assim teremos um total de 7 clicks.

Para a avaliar o número de clicks realizados no Balança Interativa, não consideramos os clicks necessários para selecionar os pesos. Assim, consideramos apenas um click para apresentar o resultado da expressão algébrica formal quando atingimos o resultado desejado.

Realizando o ajuste dos valores para a faixa de aceitação (entre 0 e 5), temos que o valor 7 passa a ser 5 e o valor 1 passa a ser 0.71.

Com relação ao tempo necessário para realizar uma operação simples no Jogo da Balança podemos verificar facilmente que isso dependerá do conhecimento do aluno na realização de operações aritméticas simples. Assim, quanto melhor o domínio do aluno dessas operações, menor será o tempo necessário para equilibrar os pratos. Isso decorre do fato de que basta apenas adicionar ou subtrair valores aos pratos para realizar a operação. Para essa avaliação utilizamos um valor empírico de 15s.

Já para realizar a avaliação do tempo necessário para a realização de uma operação simples no Balança Interativa não podemos considerar somente o conhecimento em aritmética. Nesse software utilizamos incógnitas (representados por letras) que devemos tentar equilibrar usando os pesos com valores conhecidos. Assim, a sorte também é um fator importante, visto que o equilíbrio é conseguido se observando os valores dos pesos que escolhemos aleatoriamente. Também utilizamos um valor empírico médio² de 20s para avaliar esse requisito.

Realizando o ajuste nos valores considerando a escala de 0 a 5, temos que o valor 20 será avaliado como 5 e o valor 15 será avaliado como 3.75.

O terceiro e último critério utilizado, que é a distância percorrida pelo mouse para realizar uma operação, foi aferida no Jogo da Balança considerando as distâncias percorridas entre os botões de escolha das operações e de verificação de valor, e entre a caixa de texto de definição de quantidades. O valor médio, calculado da mesma forma que no requisito anterior, foi aferido nesse software como 24cm. No Balança Interativa, pelo fato de todos os pesos serem manipulados através de operações de “arrastar-e-soltar”, esse requisito teve seu valor médio aferido como 45cm.

Realizando o ajuste nos valores considerando a escala de 0 a 5, temos que o valor 45 será avaliado como 5 e o valor 24 será avaliado como 2.67.

O resultado final dos cálculos para os requisitos não funcionais é o seguinte:

Jogo da Balança:

² Essa média foi calculada pela média dos tempos de utilização do software para realizar 10 operações simples.

$$EF = 1.4 + (-0.03 \times 25.51) = 1.4 - 0.7653 = 0.6347$$

Balança Interativa:

$$EF = 1.4 + (-0.03 \times 26.42) = 1.4 - 0.7926 = 0.6074$$

Os resultados obtidos na avaliação de requisitos não funcionais nos levam a concluir que, com relação a esse tipo de requisito, o Jogo da Balança leva vantagem sobre o Balança Interativa.

É válido ressaltar que os valores não funcionais aferidos estão tecnicamente ligados ao perfil do avaliador. Contudo, como as avaliações que são apresentadas nesse exemplo foram realizadas por um mesmo avaliador, e como temos a intenção de comparar os produtos de software, as aproximações que fizemos não afetam diretamente os resultados.

5. Cálculo da Avaliação Final e Análise de Resultados

Com base nos resultados dos requisitos funcionais, de domínio e não funcionais, podemos efetuar os cálculos necessários à obtenção dos resultados finais da avaliação para os dois produtos de software. Esses cálculos são realizados da seguinte maneira:

Jogo da Balança:

$$AUCP = 12 \times 0.8 \times 0.6347 = 6.09312$$

Balança Interativa:

$$AUCP = 15 \times 0.97 \times 0.6074 = 8.83767$$

Esses resultados nos mostram que de acordo com a nossa metodologia o produto de software Balança Interativa comparativamente é melhor que o produto de software Jogo da Balança.

Somente essa informação já seria útil para a realização da seleção desse software para ser utilizado em sala de aula. Contudo, a nossa metodologia permite uma visualização mais ampla dos aspectos relevantes à tarefa de seleção de um SE. De fato, se observarmos os valores finais calculados, podemos perceber que ele é uma composição de resultados. Cada um desses resultados já pode, por si só, fornecer informações importantes para a seleção do SE. Assim, podemos priorizar os requisitos de domínio (pedagógico-cognitivos) na seleção, sendo que, por exemplo, podemos selecionar um SE que seja rejeitado pelo cálculo final das pontuações e que tenha um valor de requisitos de domínio superior.

6. Conclusão

Para que todo o ferramental tecnológico disponível atualmente possa de fato fazer parte do cotidiano das salas de aula, não basta que os professores aprendam a utilizar o computador. Os inúmeros SE disponíveis atualmente fornecem mecanismos que podem auxiliar de modo efetivo a aprendizagem de conceitos, dos mais simples aos mais elaborados. Contudo, essa disponibilidade de SE tem causado a proliferação de produtos dos mais diversos tipos. Atualmente, podemos encontrar inúmeros SE que trabalham conceitos semelhantes, o que tem dificultado a seleção de um determinado produto de software a ser utilizado em sala de aula.

Nesse trabalho, argumentamos que é importante o tratamento preciso de aspectos funcionais e não funcionais como um modo de realizar uma avaliação voltada para a seleção de produtos de SE de mesmo domínio de aplicação. Além de ser necessário a consideração de aspectos pedagógicos/cognitivos nesse processo de avaliação. Dessa forma, apresentamos uma metodologia de suporte a avaliação comparativa de SE. Essa metodologia considera que o próprio avaliador deve escolher que requisitos são importantes para ele e, a partir daí, realizar a definição e especificação de métricas para serem aferidas nos produtos de software que estão sendo comparados.

Na metodologia que propomos, essas métricas são ajustadas para serem utilizadas como insumos para a aplicação da técnica de pontos de casos de uso, amplamente utilizada na realização de estimativas de esforço de desenvolvimento de produtos de software. Através dessa abordagem, conseguimos gerar uma pontuação para cada software, permitindo a realização de uma seleção mais refinada e que considera diversos aspectos relevantes aos SE que vão além da sua interface.

7. Agradecimento

A autora Maria de Fátima C. de Souza agradece o apoio financeiro concedido pela FUNCAP (Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico) para a realização dessa pesquisa.

8. Referências

- Castro Filho, J. A. (2004). Balança Interativa [Software].
- Gomes, A. S., Castro Filho, J. A., Gitirana, V, Spinillo, A. (2002). Avaliação de Software Educativo para o Ensino de Matemática. In WIE 2002 Workshop Brasileiro de Informática Educativa. Florianópolis: SBC.

- Magina, S., Campos, T. M. M., Nunes, T., & Gitirana, V. (2000). *Repensando Adição e Subtração: Contribuições da Teoria dos Campos Conceituais*. São Paulo: PROEM.
- Nielsen, J. (2001). *Usability Metrics*. [on-line]. <http://www.useit.com/alertbox/20010121.html> [29 de outubro de 2004].
- Oliveira, C. C., Costa, J. W., & Moreira, M. (2001). *Ambientes Informatizados de Aprendizagem: Produção e Avaliação de Software Educativo*. Campinas: Papirus.
- Oliveira, S. S., Gomes, A. S., & Borges Neto, H. (2001b). *Avaliação de Software Educativo para o Ensino de Matemática - O Caso das Estruturas Aditivas*. In *Encontro de Pesquisa Educacional do Nordeste: Educação, Desenvolvimento Humano e Cidadania*.
- Karner, G. (1993). *Metrics for Objectory*. (Diploma Thesis, University of Linköping, Sweden).
- Luca (1995). *Jogo da Balança [Software]*. Positivo Informática.
- Sommerville, I. (2004). *Software Engineering (7th ed)*. Harlow: Addison-Wesley.
- Souza, M. F. C., Castro Filho, J. A., & Pequeno, M. C. (2004). *Uma Abordagem Semi-Automática para a Avaliação Comparativa de Software Educacional de Matemática*. In *XV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE'2004*. Manaus:SBC.
- Tchounikine, P. (2002). *Pour une Ingénierie des Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain*. In *Revue I3*, Vol. 2 (pp. 59-95).
- Vergnaud, G. (1990) *La Théorie des Champs Conceptuels*. *Recherches en Didactique des Mathématiques*.
- Vergnaud, G. (1983). *Multiplicative Structures*. In R. Lesh & M. Landau (Eds.), *Acquisition of Mathematical Concepts and Processes*. New York: Academic Press.

Processos Comunicacionais em EAD: políticas, modelos e teorias¹

Mirza Seabra Toschi

Universidade Estadual de Goiás

Faculdade de Educação
Campus II Samambaia, ICB IV, Prédio da Reitoria
74001 - 970 Goiânia, GO (BRASIL)

Resumo: Após contextualizar a educação a distância no Brasil, o texto analisa os índices de atendimento de ensino superior colocados no Plano Nacional de Educação e mostra o quadro de necessidades de professores que o país possui. A carência de cerca de 250 mil professores para a educação básica motivou, em parte, os programas de formação de professores na modalidade a distância. A grande maioria de cursos de graduação a distância é de cursos de licenciatura, que formam professores para a educação básica. Tabelas com estatísticas recentes dão mostras de como tem crescido no Brasil as matrículas em cursos de graduação nessa modalidade formativa. Em seguida, reflete-se sobre as diferenças e semelhanças entre a educação presencial e a educação a distância e se analisa a interação nos cursos a distância *on line* e de como a mediação é fundamental nos processos educativos e exigem metodologias e materiais que potencializem a autonomia intelectual dos estudantes. É feita ainda uma abordagem sobre as concepções de EAD, na perspectiva da cidade e da fábrica, de Feenberg. Essa compreensão diferenciada de EAD entende que podemos construir uma sociedade que seja regida não pelo modelo da fábrica, obcecada pela eficácia obtida pela mecanização e a gestão, mas sim por uma outra lógica, que é a da cidade, que é o lugar das interações cosmopolitas e onde a comunicação se fortalece. É apresentado também um quadro que sintetiza os modelos de educação a distância. Finalizando o texto, reflete-se sobre os modelos comunicativos e sua relação com as concepções de educação a distância. Tais modelos são classificados em informacional, semiótico-informacional e semiótico-textual. Entretanto, a capacidade comunicativa propiciada pelas tecnologias de base computacional exige um modelo de interação em rede, no qual não há hierarquias e as relações comunicativas se potencializam.

¹ Texto apresentado em sessão especial na 27ª Reunião Anual da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação (ANPEd), em novembro de 2004, Caxambu/MG.

Palavras-chave: Tecnologias na Educação; Educação a distância; Modelos comunicacionais

Contextualizando

O título proposto a essa sessão especial: *Processos comunicacionais em EAD*, a priori, sinaliza que os processos de comunicação nas atividades de educação a distância (EAD) merecem nossa atenção, são aspectos importantes nessa modalidade educativa. Aliás, grande parte das críticas negativas à EAD referem-se especialmente a esse item da comunicação. Assim, várias questões se colocam antes de abordarmos essa temática. Seriam esses processos diferentes da modalidade presencial? Eles são os mesmos para qualquer concepção de EAD? Os motivos que justificam programas em educação a distância interferem nos processos comunicacionais? Ou como questiona Litwin (2000), é a EAD que tem gerado as demandas ou é o crescimento da demanda que tem ampliado a oferta de cursos a distância? A EAD tem gerado a democratização de acesso à educação formal superior?

Ciente que as respostas a tais questões não são tão simples como à primeira vista podem parecer, faço a opção de, inicialmente, contextualizar a EAD no Brasil. O Plano Nacional da Educação (PNE) – Lei nº 10.172, de 09 de janeiro de 2001, dá conta de que até o ano 2010 o país deve atender 30% dos jovens de 18 a 24 anos em cursos superiores. Isso se constitui em um grande desafio para o país, pois temos índices muito baixos de acesso ao ensino superior, mesmo levando em consideração as ofertas do setor privado. Os percentuais de atendimento, mesmo em relação à América Latina, atualmente entre 9 e 12%, são menores em relação aos nossos vizinhos latinos uma vez que na Argentina é de 40%, na Venezuela é de 26% e no Chile e Bolívia é de 20,6% (PNE, 2000, p. 88). Isso é preocupante num país que tem 5561 municípios e em apenas 1080 existem faculdades ou universidades, e 45% do total de estudantes de nível superior estão matriculados em apenas 20 municípios. Alie-se a esse quadro de baixo atendimento no ensino superior, o déficit de professores de educação básica que temos. O Brasil apresenta um fator negativo em torno de 250 mil professores, em especial para o ensino médio. A matéria de jornal e o quadro apresentado a seguir dão um indicativo dessas afirmações.

Quadro 1 – Matéria de jornal

Correio do Povo, 16/11/2004 - Porto Alegre RS		
Oferta de vagas em Ensino à Distância		
O Ministério da Educação (MEC) abrirá 17.600 vagas para cursos universitários pelo método de Ensino à Distância no primeiro semestre de 2005. Será priorizada a formação em Matemática, Física, Química, Pedagogia e Biologia, devido à carência verificada no país de 270 mil professores dessas matérias nos ensinos Médio (EM)	e Fundamental (EF) e da disciplina de Ciências da 4ª a 8ª série do EF (25% dos docentes). O secretário de Educação à Distância do MEC, Marcos Dantas, ressaltou que, pela primeira vez, o ministério fará uma chamada pública para criar nove consórcios, já definidos com 39 instituições públicas de Ensino Superior.	Antes, só havia iniciativas isoladas. Até o final deste ano, o governo investirá R\$ 14 milhões e prevê gastar mais R\$ 20 milhões em 2005. Entre os próximos dias 1º e 3 de dezembro, será realizado o I Congresso Internacional de Educação à Distância, no Rio (RJ), que abordará questões como esta.

Quadro 2 – Número atual de professores e quantos seriam necessários

Disciplina	Quantos são hoje (*)	Nº necessário (**)
Física	7. 216	55. 213
Química	13. 559	55. 213
Matemática	55.334	106. 634
Biologia	53. 249	55. 231
Português	52. 829	142. 179
Inglês	38. 410	59. 333
Educação Física	76. 666	59. 333
Educação Artística	31. 464	35. 545
História	74. 666	71. 089
Geografia	53. 509	71. 089
Total	456. 974	710. 893

(*) Número de professores formados entre 1990 e 2001 (**) Demanda hipotética

Fonte: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (Inep) (apud Clipping Educacional, outubro 2004)

Pelos cálculos do Ministério da Educação, seriam necessários hoje 711 mil docentes em sala de aula para essas turmas. O problema é que em 12 anos apenas 457 mil estudantes de licenciatura concluíram seus cursos. O número não atende sequer à demanda do segundo ciclo do ensino fundamental, que precisa de 476 mil professores para funcionar normalmente. (www.mec.gov.br).

O Brasil é mesmo um país de contrastes. No Rio de Janeiro, milhares de trabalhadores chegam a dormir na fila para tentar conseguir um emprego de gari. No Paraná, a confusão se repete na disputa por um posto de cozeiro. Enquanto isso, nas escolas públicas do país há 254 mil vagas que não são preenchidas por absoluta carência de profissionais com formação adequada para ocupá-las. Esse é o número que falta de professores para as turmas de ensino médio e de 5º a 8º séries do ensino fundamental.

A saída que as políticas educacionais têm apontado, para não deixar que alunos concluam o ensino médio sem ter aulas de Física, Química, Biologia, Matemática (áreas onde mais faltam professores), é a formação de professores a distância. Temos tido notícias recentes de que várias universidades vão dar início a cursos de graduação a distâncias nessas áreas a partir de 2005. A meta é de que até 2007 ter quinhentos mil alunos cursando graduação a distância (Decreto PR, 20/10/2003). Isso é preocupante, pois mais uma vez a EAD vem sendo sugerida dentro de um viés salvacionista, embora fosse preferível que se tornasse uma modalidade regular do sistema educacional, especialmente na educação contínua, na atualização profissional.

Ante esse problema de falta de professores, a pergunta bem mais ampla seria saber, e interferir com políticas efetivas, sobre as razões para um déficit tão significativo de professores. Por quê os professores estão abandonando a carreira? Por que os jovens não querem se dedicar à profissão docente?

Muitas razões são conhecidas, como a dos baixos salários da profissão, mas faltam intervenções, faltam políticas efetivas de melhoria desse quadro. Entretanto, muitas instituições já deram início a esse processo de buscar minimizar a falta de professores no Brasil e criaram cursos de graduação em EAD², como temos inúmeros cursos de extensão, e de especialização sendo oferecidos a distância, sem falar ainda nas instituições corporativas que estão fazendo uso da EAD na formação, capacitação e atualização profissional. É crescente o número de instituições e de cursos que optaram

² Dos 46 cursos de graduação a distância existentes, em instituições autorizadas/credenciadas, 41 são para formar professores.

pela graduação a distância. O crescimento ultrapassa o índice de 250%. O quadro 3 mostra isso.

Quadro 3 - Graduação a distância

Ano	Cursos	Vagas oferecidas	Candidatos inscritos	Ingressos	Matrículas	Concluintes
2000	10	6.430	8.002	5.287	1.682	460 (1999)
2001	16	6.856	13.967	6.618	5.359	131
2002	46	24.389	29.702	20.685	40.714	1.712

Fonte: INEP/MEC – 2000, 2001 e 2002

Igualmente significativo tem sido o crescimento da EAD em relação aos cursos presenciais de graduação. Enquanto no presencial o crescimento está em 34%, nos cursos a distância, em três anos, o aumento foi de 291%. É o que mostra a Quadro 4.

Quadro 4 – Ingressos na graduação presencial e a distância

Anos	Presencial	A distância
2000	897.557	5.287
2001	1.036.690	6.618
2002	1.205.140	20.685

Fonte: INEP/MEC – 2004

Este breve contexto nos dá a indicação de que a EAD não tem mais retorno e que os professores paulatinamente irão incorporando práticas de ensino a distância nas suas atividades profissionais e não apenas na graduação via EAD, como na especialização, na extensão.

Muitas outras questões vão surgindo no debate, como as trabalhistas sobre a forma de remuneração docente a quem se dedica à EAD, questões de currículos, de ambientes de aprendizagem, avaliação, preparação de materiais, tutoria e, muito especialmente, os processos de interação entre professores e alunos em cursos a distância. Há uma tendência em curso de que a educação a distância tem incluído em seus projetos encontros presenciais e o ensino presencial tem incorporado, paulatinamente, atividades a distância ou procedimentos de comunicação eletrônica, evidenciando de que em pouco tempo não haveria diferenças fundamentais entre uma e outra forma de educação superior.

Educação a distância – diferenças e semelhanças em relação à educação presencial

Há muitas semelhanças entre os processos educativos e os processos comunicativos. A homologia se faz porque os processos educativos de ensinar e aprender são também processos de comunicação. Não há educação sem comunicação. Segundo Schramm (apud Wolf, 1987, p.97), as semelhanças entre os processos de comunicação via meios e os processos interpessoais são muito mais numerosos do que as diferenças, uma vez que têm de transpor os mesmos obstáculos: atenção, aceitação, interpretação e disposição e reclama os mesmos tipos de contato entre o emissor e o destinatário das mensagens. Há também semelhanças entre os processos de educação presencial e a distância. Ambos objetivam sucesso nas aprendizagens, bons relacionamentos entre professores e alunos, desenvolvimento da autonomia intelectual, enfim, uma formação adequada aos objetivos determinados.

Todavia, há elementos na EAD que, embora também presentes na educação presencial, ganham relevo nas atividades a distância. Um deles são os processos comunicativos que, na EAD, são muito mais exigentes pela própria característica de separação física entre professores e estudantes e também pela mediação da tecnologia.

Vale destacar, entretanto, que não é possível comparar educação a distância e educação presencial uma vez que são modalidades educativas de naturezas distintas. Há especificidades numa e noutra que impossibilitam comparações. Mas é possível, em virtude de experiências em cursos a distância, destacar alguns pontos que merecem um cuidado rigoroso, como o planejamento e gestão do curso e nele a questão curricular, como, em especial, o acompanhamento do estudante, suporte da tutoria, enfim, cuidados redobrados com os processos comunicacionais.

O planejamento de um curso a distância requer que o curso só se inicie após a previsão completa dele. Porém, ao mesmo tempo, o planejamento deve ser flexível o bastante para possibilitar ajustes, acréscimos e eliminações. Um projeto pronto, bem cuidado, permite aos professores tutores, aos formadores, maior tempo de dedicação às interações entre professores e alunos e dos alunos entre si, durante o desenvolvimento do curso. Um outro aspecto importante na especificidade da EAD é o caráter coletivo do planejamento. Não se faz EAD isoladamente. Embora também no planejamento de cursos presenciais o planejamento coletivo é bom, na EAD ele é fundamental. Ter uma equipe coesa e que efetivamente trabalhe e decida coletivamente é ponto *sine qua non* em cursos a distância que se deseja sejam de boa qualidade.

A distância física entre professores e alunos, embora seja apontada como um problema nesse tipo de educação, pode ser fator possibilitador de tratamento igualitário entre os participantes do curso. Mesmo sabendo que no curso há

professores e alunos, sem contato físico, a igualdade de condições técnicas de cada aluno do curso pode ser fator minimizador de preconceitos de raça, gênero, geração, cultura, classe social. Embora sem eliminar as diferenças, a distância física pode diminuir a discriminação, tão comuns nas relações presenciais, uma vez que por detrás de um endereço eletrônico, lista de discussão, salas de bate papo, tem alguém que participa do curso escondido em suas diferenças, uma vez que sabem, por viverem tal exclusão, que apesar da tecnologia digital não deixar a diferença perceptível, ela não a elimina. Basta saber da existência desses problemas nos encontros presenciais.

A interação em cursos a distância

Belloni (2001) traz algumas idéias que buscam esclarecer os conceitos de interação e interatividade. Interação, no conceito sociológico é a ação recíproca entre dois ou mais atores onde ocorre intersubjetividade, isto é, o encontro de dois sujeitos – que pode ser direta ou indireta (mediatizada por algum veículo técnico de comunicação, por exemplo, carta ou telefone); e interatividade, termo que vem sendo usado indistintamente com dois significados diferentes em geral confundidos: de um lado a potencialidade técnica oferecida por determinados meios (por exemplo CDROMs de consulta, hipertextos em geral, ou jogos informatizados), e, de outro, a atividade humana, do usuário, de agir sobre a máquina, e de receber em troca uma retroação da máquina sobre ele.

Segundo a autora, as NTICs oferecem possibilidades inéditas de interação mediatizada (professor/aluno; estudante/estudante) e de interatividade com materiais de boa qualidade e grande variedade. As técnicas de interação mediatizada criadas pelas redes telemáticas – e-mail, listas e grupos de discussão, web sites, blogs, chats e outras – apresentam grandes vantagens, pois permitem combinar a flexibilidade da interação humana, com a independência do tempo e do espaço, sem por isso perder a velocidade.

No coração dos processos educacionais está a mediatização e, para Belloni (2001), mediatizar significa conceber metodologias de ensino e estratégias de utilização de materiais de ensino/aprendizagem que potencializem ao máximo as possibilidades de aprendizagem autônoma. Isto inclui o planejamento das atividades, englobando conteúdos, metodologias e seleção de recursos adequados.

As NTICs, ao trazer novas características como simulação, virtualidade, acessibilidade e superabundância, além de extrema diversidade de informações, fazem surgir outro problema que é o da legitimidade e da credibilidade das informações acessadas. Fato que demanda concepções metodológicas diferentes das usadas no

ensino tradicional e que exige mudanças nos modos de compreender o ensino, a aprendizagem e a didática (Belloni, 2001).

Concepções de EAD

Segundo Alonso (2000), há três gerações distintas, mas que se interpenetram, na educação a distância e nos processos de interlocução entre alunos e professores. A primeira delas refere-se ao uso de textos escritos enviados pelo correio. A segunda geração incluiu o rádio e a televisão e mais recentemente, uma terceira geração que inclui os computadores, as redes e os avanços das telecomunicações.

Assim, falar de EAD atualmente não significa falar de impressos, estudo por correspondência, mas significa incluir diferentes mídias, como o rádio, a televisão, o vídeo, a tele e a videoconferência, a Internet. A Internet, todavia, criou um novo momento na EAD, uma vez que é uma rede mundial de computadores que, usando a informática, a multimídia e a telemática, inclui todas as mídias, com diferentes processos comunicativos. Inclui, tanto a comunicação “um para um”, como a do telefone, como a de “um para todos”, como a televisão ou a de “todos para todos” (e-mails, chats, fóruns, lista de discussão, etc).

Muito embora os novos meios estejam nos discursos de quem oferece EAD, a prática não tem demonstrado a compreensão das linguagens e especificidades de cada uma dessas tecnologias midiáticas. Muito mais importante do que a incorporação de tecnologias de ponta é conhecer suas formas de expressão e suas particularidades, objetivados nos processos comunicativos e interativos. Isso impõe redefinições dos processos interativos.

Embora tenha havido uma avaliação freqüentemente otimista das tecnologias de ponta na EAD, torna-se necessário fazer uma apreciação realista de suas possibilidades e de seus limites.

Feenberg (2004) salienta que há uma forte conexão entre a educação e a divisão do trabalho e assim, o modelo produtivo vigente na sociedade delineia um modelo fabril para a educação, obcecado pela eficácia obtida pela mecanização dos processos e pela gerência vigilante. Todavia, temos atualmente um outro modelo que leva em consideração a cidade e suas inter-relações cosmopolitas e dialógicas.

A crítica que Platão fez à escrita alegando que ela destrói a relação dialógica que deve unir professor e aluno, alerta-nos para a cautela que devemos ter, diz Feenberg (2004), de que o desenho de um curso e os meios a serem usados nele integrem o diálogo, de forma a não impedir ou interromper, os processos de intercâmbio, de trocas intelectuais.

Feenberg (2004) debate a EAD sob uma perspectiva diferenciada. Começa dizendo que podemos construir uma sociedade que seja regida não pelo modelo da fábrica, obcecada pela eficácia obtida pela mecanização e a gestão, mas sim por uma outra lógica, que é a da cidade, que é o lugar das interações cosmopolitas e onde a comunicação se fortalece. Para ele, a Internet desenvolve essa lógica urbana de uma forma radicalmente nova e que traz a possibilidade de desenvolvimento da educação (p.1). O desenvolvimento da educação ameaçaria ultrapassar os limites da cultura dominante, cujo poder é arraigado na ignorância e na passividade da população subalterna. Pergunta ele: “o que aconteceria se a educação e não o mundo dos espetáculos formasse a cultura das sociedades avançadas?” (p. 1). Assim, podemos dizer que há dois modelos de EAD, o das fábricas e o da cidade. Qual modelo tem sido priorizado nas políticas, programas e projetos de EAD?

Mesmo com a utilização de outros recursos didáticos (impresso, vídeo e cd-rom), em EAD, a lógica da fábrica prevalece à medida que as ferramentas de comunicação disponibilizadas nem sempre favorecem as interações entre alunos e entre professor e alunos. Constata-se, muitas vezes, a manutenção da concepção da comunicação hipodérmica, isto é, unidirecional. É justamente a adoção desta concepção que promove a divulgação da EAD como apenas instrucional e não formativa.

Analisando a EAD, Belloni (1999) mostra como esse campo é permeado por modelos teóricos oriundos de outros campos, como a economia, a sociologia, a psicologia. A autora apresenta os modelos fordista e pós-fordista. No modelo fordista, há nítida divisão do trabalho, rígido controle gerencial, baixa inovação dos produtos, baixa variabilidade dos processos e baixa responsabilidade do trabalho. O pós-fordismo propõe a inovação nos produtos e nos processos e valoriza a responsabilização do trabalho. Coloca ênfase na autonomia, iniciativa e flexibilidade e controle, o que, na EAD, estaria sob o comando da equipe acadêmica do curso.

Os modelos formativos de EAD organizam-se em forma dual: fordismo e pós-fordismo (Belloni); EAD como indústria e como serviço; lógica da fábrica e lógica da cidade (Feenberg), enfim, em modelos de *broadcasting* e interativos. Enquanto os primeiros valorizam a produção e distribuição em larga escala e acentuada divisão entre os que concebem e os que executam os programas de EAD, o modelo interativo se fundamenta nas trocas e valorização dos processos comunicativos horizontais e individualizados, sem perder a perspectiva coletiva. O quadro a seguir busca sintetizar as características dos modelos, alertando, todavia, que não há formas puras e que os modelos se interpenetram.

Fordismo – Indústria – Fábrica Broadcasting	Pós-fordismo – Serviços – Cidade Interativo
--	--

<p>produção em massa; produtos estandardizados; evita a interação pessoal e crítica; isolamento; pacotes educacionais; não se aproveita do que é melhor na rede; excesso de especialização (quem elabora não é quem ministra o curso); burocratização das tarefas; planejamento centralizado; distribuição em larga escala; alta relação professor/aluno.</p>	<p>estar junto (professores e alunos); valorização das trocas e das atividades de comunicação; planejamento flexível; baixa relação professor/alunos; ead como serviço (atendimento mais individualizado); cursos diversificados; trocas permanentes entre ensinantes e aprendentes; diversidade e diferenciação no planejamento do curso.</p>
---	--

Há, porém, um ponto em comum entre os dois modelos (fordista e pós-fordista), que é a responsabilização individual pela formação, isto é, nesses modelos o indivíduo é o responsável pela sua formação. Estamos vivendo um momento em que a EAD tem aparecido nos debates políticos como a modalidade formativa requerida nos acordos da Organização Mundial do Comércio. A EAD tem sido apontada como a “modalidade para oferecer serviços educacionais, livremente em todas as nações, sem garantia de respeito às particularidades dos países, por meio de um ensino massificado, como as indicações dos documentos têm assinalado” (Toschi, 2004, p. 15).

Mister se faz ter uma contra força na perspectiva de entendê-la como direito. Compreender a EAD como direito significa entendê-la não apenas como fator de democratização das oportunidades nesse país desigual e excludente, mas, especialmente, como justiça social de inclusão dos menos favorecidos, congruente com os desejos de emancipação, de solidariedade. Solidariedade que se faz também com relações amistosas, respeitadas, democráticas. Será que nossas políticas têm tido essa preocupação?

Os modelos comunicativos

Sem descuidar da pertinência sociológica que estudos desse tipo devem ter, farei nesse item uma análise dos modelos comunicativos e sua relação com os modelos de educação a distância. Faço isso pela compreensão de que os processos comunicativos ocorrem em condições específicas, são situados, não podendo ser abordados em sua essencialidade, mesmo compreendendo que educação é também

comunicação. Estudos teóricos, tanto da área de educação como de comunicação, privilegiam ou uma dimensão sociológica ou a da área específica. Na comunicação, as tendências de estudo e pesquisa podem se inclinar ou para os estudos sociológicos ou para os estudos do processo comunicativo. O desafio é buscar uma integração entre as duas abordagens, não apenas para aprofundar a compreensão dos fenômenos a se estudar como para evitar os exageros de um e de outro lado. A abordagem sociológica, embora importante, não tem conseguido propor ações concretas para as questões que se colocam à educação, por exemplo, como também à presença das mídias na vida social.

Apesar disso, há uma resistência velada às abordagens comunicacionais sob a alegação de que são abstratas e a-históricas. Há muitos outros fatores que interferem nos processos comunicativos, em especial, os que acontecem em situações de EAD. A situação de desigualdade da equipe planejadora do curso, em relação aos alunos que iniciam o curso sem ter percepção de seu caráter coletivo, traz uma primeira exigência comunicativa aos professores formadores, que é despertar e desenvolver nos estudantes a sua compreensão de grupo, de turma de alunos, que podem ter ganhos educativos se ampliarem a comunicação entre os próprios.

Mesmo compreendendo que modelos comunicativos não são puros mas mesclam características das diferentes propostas teóricas, vamos refletir sobre as teorias comunicativas analisadas por Wolf (1987).

O modelo comunicativo informacional, que é teoria de rendimento da informação, isto é, objetiva “melhorar a velocidade de transmissão de mensagens, diminuir as suas distorções e aumentar o rendimento global do processo de transmissão de informação” (Wolf, 1987, p.98). Chamada de teoria matemática da comunicação, ou modelo comunicativo informacional, seu objetivo é a eficiente transmissão das mensagens. Esse modelo tem tido presença constante nos estudos de comunicação, em processos comunicativos entre duas máquinas, entre dois seres humanos, entre a máquina e o ser humano.

O significado da mensagem é considerado irrelevante nesse modelo comunicacional uma vez que sua preocupação é passar, por meio de um canal, “o máximo de informação com o mínimo de distorção e com a máxima economia de tempo e de energia” (Wolf, 1987, p. 100). Enfim, a atenção é maior à eficiência do processo comunicativo do que à sua dinâmica. É como a preocupação do carteiro que se preocupa em levar bem a carta ao destinatário sem levar em conta o conteúdo dela.

Nessa perspectiva teórica estão os cursos de EAD que se preocupam mais com as técnicas que medeiam alunos e professores do que com os conteúdos, com a compreensão deles e com os processos interativos entre professores e alunos. O

importante é fazer a informação chegar ao destinatário sem distorções. Assim, nesse modelo de curso, não há preocupação com a produção de materiais próprios para a EAD, e apenas se faz colagens de materiais já prontos para uso a distância. A lógica desse modelo é com a distribuição da comunicação, ocorrentes no que é chamado de modelo *broadcasting* e sala de aula virtual, ambos baseados na abordagem instrucionista (mera reprodução de conteúdo) (Versutti, 2004).

Críticas a esse modelo reivindicavam a pertinência de significados nos processos comunicativos, dando origem ao que Eco e Fabbri (apud Wolf, 1987, p. 107) denominam modelo semiótico-informacional. Assim, à linearidade da transmissão aceita no modelo anterior vinculam-se fatores semânticos, passando da compreensão de comunicação como *transferência* de informação para o de *transformação* de um sistema por outro.

Entre a mensagem entendida como forma significante que veicula um determinado significado e a mensagem recebida como significado, abre-se um espaço extremamente complexo e articulado. Nesse espaço, entra em jogo – do ponto de vista semiótico – o grau em que o destinador e o destinatário partilham as competências relativas aos vários níveis, que criam a significação da mensagem. (p. 108/9).

A enunciação, “A moça gostou do namorado”, possibilita significações diferentes como *namorado* companheiro ou *namorado* peixe.

Há no modelo semiótico-informacional um processo negocial com vínculos nos códigos e sub-códigos dos interlocutores como à situação comunicativa. Os efeitos de sentidos das mensagens não podem ser identificados, *a priori*, com as intenções do emissor.

Julgando que é insuficiente a explicação de que os destinatários confrontam mensagens com códigos reconhecíveis, uma vez que mais do que uma mensagem a comunicação transmite um conjunto de práticas textuais, com muitas mensagens, conjuntos textuais, é proposto o modelo semiótico-textual em que mais do que trocas comunicativas há relações comunicativas que se constroem em torno de conjuntos de práticas textuais.

Na EAD, essa perspectiva semiótico-textual se manifesta em modelos de cursos que, de certa forma, valorizam os processos comunicativos e as diferenças de significações que as mensagens podem provocar, levando à necessidade de diálogos entre os cursistas e com seus professores e tutores.

Visando melhor eficácia no processo comunicativo, o emissor se antecipa à compreensão do receptor, escolhendo a forma de mensagem, que seja mais aceitável

pelo destinatário e não o inverso que seria regular o destinatário, de forma a ajustá-lo às compreensões do emissor.

Como já foi observado, cada um desses três modelos não ocorrem em forma pura e, como educadores atentos aos processos comunicativos, temos de levar em conta as relações, integrações, associações, assimilações entre as diferentes propostas.

Entretanto, cabe assinalar que os três modelos – informacional, semiótico-informacional e semiótico-textual – são ainda lineares ou bi-lineares, e não respondem às potencialidades comunicativas que as modernas tecnologias de informação e comunicação (TIC) possuem.

As TIC possibilitam a comunicação em rede, na qual os processos de comunicação circulam entre todos os nós que formam a rede. Nesse modelo comunicativo não há hierarquia nas mensagens, todos podem se manifestar e suas “falas” serão recebidas por todos, uma vez que a tecnologia digital engloba os modelos um a um, um para todos e todos para todos.

Os modelos existem, as possibilidades estão postas. Cabe às instituições definir e agir, conforme seus pressupostos, concepções, e objetivos sociais. O importante é ter claro que em educação não há neutralidade e na EAD isso fica muito mais evidenciado. Cabe a nós, portanto, interferir nos modelos comunicativos dos cursos EAD que têm sido oferecidos, tendo sempre presente a compreensão de EAD como direito e acompanhada da questão inicial desse encontro: a EAD tem gerado a democratização de acesso à educação formal superior?

Referências

- Alonso, K. M. Educação a distância e formação de professores na sociedade tecnológica. In: MARTINS, Onilza Borges e POLAK, Ymiracy Nascimento de Souza. *Curso de formação em educação a distância – fundamentos e políticas de educação e seus reflexos na educação a distância*. Curitiba: MEC/SEED, 2000.
- Belloni, M. L. *Educação a distância*. Campinas, SP: Autores Associados, 1999.
- Eco, U. e Fabbri, P. Progetto di ricerca sull'utilizzazione dell'informazione ambientale. *Problemi dell'informazione*, nº 4, (apud Wolf, Mauro. *Teorias da comunicação*. Lisboa: Editorial Presença, 1987, p. 107).
- Feenberg, A. *La enseñanza "online" y las opciones de Modernidad*. Tradução de Adrian Birthwistle e Andoni Alonso. <http://www-rohan.sdsu.edu/faculty/feenberg> Site pessoal do autor. Acesso em 19.02.2004.

Schram, W. The nature of communication between humans. (apud Wolf, Mauro. *Teorias da comunicação*. Lisboa: Editorial Presença, 1987, p.97)

Toschi, M. S. *A educação a distância no Brasil – caracterização, regulação, comercialização mundial e perspectivas de formação e de inclusão digital*. Anápolis: Universidade Estadual de Goiás, 2004. (mimeo, no prelo).

Vestuti, Andréa C. *Avaliação formativa e qualidade em ead*. Disponível em <http://www.abed.org.br/congresso2004> acesso em novembro de 2004

Wolf, Mauro. *Teorias da comunicação*. Lisboa: Editorial Presença, 1987.

Reflexões e indagações sobre a sociedade digital e a formação de um novo profissional / professor

Vani Moreira Kenski

Universidad de São Paulo

Faculdade de Educação
Campus Universtário Darcy Ribeiro - Asa Norte
70910-900 - Brasília - Distrito Federal - Brasil

Resumo: O presente texto apresenta algumas reflexões sobre as transformações ocorridas na sociedade atual a partir do uso mais constante das tecnologias digitais de comunicação e informação em todos os segmentos sociais. Encaminha também algumas reflexões sobre os desafios que a formação e a ação do professor precisa encarar para poder se situar na nova realidade da ação deste profissional, em tempos de mudança. A partir de um diálogo com posicionamentos de Umberto Eco, procura-se refletir sobre a realidade da escola na atualidade, a formação dos professores e a sua atuação em propostas inovadoras de ensino.

Palavras-chave: Sociedade digital, formação de professores, profissão docente, tecnologias digitais.

Quero iniciar algumas considerações sobre o instigante tema da relação entre formação docente e tecnologias digitais lembrando McLuhan. Ele dizia que as tecnologias se tornam pouco visíveis na medida em que se tornam mais familiares. A medida que incorporamos o uso de *novas tecnologias* na vida cotidiana, já não nos preocupamos tanto com o seu uso. Elas se tornam "invisíveis", já não nos causam estranhamentos. Foi assim com automóveis, televisores, celulares, vídeos... e tantas outros procedimentos, equipamentos e programas que, ao longo do tempo, fomos dominando o seu funcionamento. Com o andamento, lhes damos o valor relativo de uso, de acordo com as nossas necessidades e possibilidades.

1. Um novo mundo se apresenta...

O mundo vem observando um grande avanço em um novo campo do conhecimento - o das tecnologias digitais de informação e comunicação, as TICs - que repercute com grande impacto em nossas maneiras de ser, de pensar e de agir. Nas

últimas décadas temos aprendido a conviver com a evolução rápida dos computadores e periféricos – cds e dvd-roms, vídeos, câmeras digitais, palms, celulares, etc.. - e uma infinidade de programas e softwares que, interligados em redes, permitem o acesso imediato a bancos de dados, em todo o mundo, e a comunicação sem fronteiras entre as pessoas. Esta capacidade de comunicação e interação imediata propicia a formação de ambientes, cada vez mais sofisticados e "naturais", a ponto de falarmos de uma outra realidade, a virtual.

A *revolução digital* tem provocado grandes alterações em toda a sociedade, a começar pela economia. Segundo Jack Welch - CEO da General Electric - a Internet produz a maior alteração na economia desde a revolução industrial, pela facilidade com que as transações comerciais e financeiras acontecem entre pequenos, médios e/ou grandes investidores e mercados distintos, localizados em qualquer parte do mundo.

Mudanças significativas são também sentidas na política, a ponto de teóricos como Yoneji Matsuda e Mark Poster proporem, por exemplo, pesquisas e investigações sobre a "cyberdemocracy" vigente nas comunidades virtuais. Neste novo espaço surge uma outra forma de vivência, politicamente democrática e plena de ações, em que todos participam ativamente e opinam, imediatamente, sobre definições e decisões políticas que afetam diretamente a todos os seus membros. Da mesma forma, as mudanças culturais e sociais criam, no âmbito das relações e interações mediadas pela Internet, outras lógicas de compreensão do mundo, de apropriação das informações, de relacionamento e convívio interpessoal e de participação.

É evidente que todas essas transformações definem novos padrões econômicos, políticos, sociais e culturais. Uma nova sociedade, baseada nas infinitas possibilidades de interações, proporcionadas pela comunicação e acesso amplo às informações através das redes digitais. Ou, como Manoel Castells chama, a "sociedade das redes".

Nesta nova sociedade, de acordo com Castells, o processo de desenvolvimento é caracterizado por três estágios: automação de tarefas (racionalização dos processos existentes), experimentação e aplicação de usos (gerando ou não inovações) e reconfiguração de aplicações (implementação de novos processos, criando novas tarefas). Em um movimento dialético, a flexibilidade das novas tecnologias - o fato de que cada resultado pode se tornar instantaneamente a matéria prima para o próximo ciclo do desenvolvimento, porque ambos são informação - tem contribuído para a rapidez do processo de criação e inovação.

A velocidade apresentada na relação cíclica entre "informação - inovação - nova tecnologia", presente na *lógica das redes* influencia a mudança nas organizações, flexibiliza as hierarquias internas e altera os sistemas de competição e cooperação. No campo empresarial, nota-se a rapidez com que as empresas se aglutinam e se deslocam

em "consórcios" globalizados, de acordo com interesses específicos de cada momento e em cada lugar. As condições de trabalho também se alteram. A linha de produção em massa dá lugar à individualização do trabalho, a flexibilização do emprego, à movimentação dos perfis profissionais.

Algumas considerações pontuais podem nos ajudar a compreender essas movimentações, como por exemplo, o fato de que a maioria das empresas gigantescas e de grande atuação na economia global, as grandes multinacionais dos anos 80/90, tiveram que repensar suas estruturas, flexibilizar seus processos e estruturas funcionais e se abrir para a Internet para agilizar suas interações e articulações e sobreviver. Outras pequenas ou grandes empresas – nacionais e internacionais, que nada tinham a ver com as tecnologias digitais - abriram-se para a utilização intensiva da Internet nas suas atividades produtivas e comerciais e nas interações cotidianas entre seus funcionários, colaboradores, fornecedores, clientes e público em geral. O governo e instituições educacionais baseiam suas formas de comunicação entre funcionários por meio de informes e avisos disponibilizados em correios eletrônicos e *intranets*. Ao mesmo tempo, oferecem seus serviços e informações em páginas e *websites* acessíveis ao grande público.

Múltiplos são os serviços possíveis de realização através dos *websites* do "governo *on-line*" e tantas outras interações comerciais e culturais realizadas nos ambientes virtuais: movimentação bancária; compras de todos os tipos; pagamentos diversos; recepção e envio de textos, músicas, vídeos, livros, relatórios, etc... são cada vez mais feitos *on-line*. Inclusive este meu artigo, escrito diretamente no meu computador em São Paulo, encaminhado ao professor Gilberto Lacerda em Brasília e seguindo daí até a sua publicação e acesso pelo leitor, em algum lugar do mundo. Ou seja, o processo de interações e comunicações internas e externas entre pessoas e organizações e pela maior parte de áreas distintas da sociedade "migraram" para a Internet .

Este espaço globalizado das redes – públicas, semipúblicas, privadas - não se constitui, porém, como totalidade indiferenciada. A capilaridade do meio digital proporciona um fluxo permanente de interações, formado pela conexão e integração entre todas as redes que se remetem, através de links, umas às outras incessantemente, embora mantenham sua independência e individualidade. Ao navegarmos na Internet, podemos saltar de uma para outra rede, conforme o nosso interesse, necessidade e curiosidade, traçando os nossos próprios mapas de navegação, sem descaracterizar os espaços virtuais que atravessamos.

O espaço de fluxo na rede não obedece a coordenadas de tempo, ambientes físicos ou organização social estruturada e definida. Seu tempo é o do momento da exposição, e pode ser conectado com o passado ou o futuro; seu espaço é reconfigurado a todo instante, de acordo com as perspectivas e objetivos de seus usuários. No espaço de

fluxo das redes circulam basicamente *informações* que podem ser conectadas como se apresentam, mixadas, recortadas, combinadas, ampliadas, fundidas, de acordo com a importância que tenha, em dado momento, para quem as acesse. Além disso, este novo espaço pode ligar-se ao espaço físico em que nos situamos concretamente, estabelecendo as mais variadas e amplas recombinações (realidade virtual, por exemplo).

A globalização e indiferenciação das informações apresentadas nas redes - sem estruturas legitimadas de conhecimentos que as sustentem - exigem dos usuários maior discernimento e criticidade diante do que lhes é apresentado.

Mas o que é a Internet senão um sistema de articulação entre múltiplas redes e serviços? "Um *fast delivery service* de informações e uma maneira rápida de se interagir com pessoas no mundo inteiro" (Lewis, 2001)?. E o que fazem as pessoas com essas informações?

Em termos limítrofes, é possível enumerar casos de crianças, jovens, donas de casa que se tornam *experts* em finanças e ganham dinheiro, investindo (algumas vezes, manipulando) o mercado financeiro a partir da Internet. Pessoas de todas as idades, etnias, localidades e culturas que interagem no ciberespaço com as mais variadas finalidades e necessidades: conversar, trabalhar, aprender, namorar, fazer novos amigos... A Internet garante a possibilidade e a liberdade para se acessar todos os tipos de informações e fazer as mais diferenciadas atividades. Nessas interações, novas "personalidades" são criadas, especificamente para que pessoas atuem nos espaços das redes, como a ação dos "hackers" e dos muitos habitantes das milhares de comunidades virtuais que povoam o ciberespaço, nas redes. Cidadãos virtuais atuam colaborativamente nesses novos ambientes para realizarem negócios, pesquisas, cirurgias, simulações, jogos, projetos, protótipos... Criam ou se beneficiam de ambientes, programas ou softwares, coletivamente, como o Linux, o Moodle ou o MP3...

O crescimento da sociedade digital nos últimos anos e as decorrentes e constantes mudanças presentes na realidade atual, podem ser apreciadas a partir de algumas evidências:

- O número de web-pages disponíveis na Internet já não é mais conhecido;
- O melhor buscador de websites do mundo já não consegue saber tudo;
- Toda esta engenhosidade está baseada na "eletricidade", embora novas formas de energias estejam sendo pesquisadas e testadas no mundo todo;

- Toda esta movimentação está baseada em determinadas lógicas de programação que são alteradas, revistas e ampliadas permanentemente.

A velocidade, o movimento acelerado, o sentido de mudança permanente, característicos desse nosso momento social nos encaminha para a reflexão sobre o atual estágio do profissional estável - no nosso caso, o professor - e os desafios que envolvem a sua formação. Lendo um trecho de um artigo de Umberto Eco, podemos encontrar caminhos para uma melhor reflexão sobre essas questões. Diz Eco¹: *“Cada inovação tecnológica, cada passo adiante em direção ao progresso, sempre produziu desemprego e essa história começou com os tecelões do século 18, que quebravam as máquinas de tecer com medo de ficar sem trabalho. Imagino que o advento dos táxis tenha arruinado os cocheiros. Quando eu era criança e íamos para o campo, lembro-me de que o velho Pietro era chamado com sua carroça para levar a minha família e as bagagens à estação. Em pouco tempo, apareceram os carros de praça e ele não tinha mais idade para tirar a carteira de motorista e se reciclar como taxista. Mas, naquela época, as inovações demoravam razoavelmente a chegar e Pietro só ficou desempregado quando estava perto de se aposentar. Hoje, as coisas estão mais rápidas. [...] O problema é que a aceleração dos processos inovadores cada vez mais deixará na miséria categorias inteiras. Basta pensar na crise que se abateu sobre os técnicos de máquinas de escrever no arco dos anos 80. Ou eram jovens e espertos o bastante para se tornarem especialistas em computadores ou estavam logo em maus lençóis. [...] Por isso, a educação profissional, diante da possibilidade de reciclagens aceleradas, deverá se tornar em grande parte formação intelectual, treinamento de software [...] mais que treinamento em hardware, em manutenção, naqueles componentes físicos de máquinas intercambiáveis que poderão ser construídas com base em um outro programa. Para tanto, em vez de pensar em uma escola que a um certo ponto se bifurca e, de uma parte, prepara para a universidade e, do outro, para o trabalho, deveria se pensar em uma escola que produzisse apenas laureados clássicos ou científicos, porque também quem for, sabe-se lá, um operador ecológico do futuro, deverá ter uma formação intelectual que lhe permita um dia pensar e programar a própria reciclagem”.*

Não é um ideal democrático e de igualdade abstrato, é a lógica do trabalho em uma sociedade informatizada, que pede educação igual para todos, para ser modelada em um alto nível, não por baixo. De outra forma, a inovação resultará sempre e somente em desemprego.

2. Refletindo sobre o novo profissional / professor...

Este texto nos coloca diante de algumas reflexões importantes. A primeira delas é a própria formação de profissionais para uma sociedade com alterações velozes e significativas decorrentes, em sua maioria, pelo uso das mais diferenciadas e inovadoras tecnologias digitais. E, principalmente, pelo uso cada vez mais ampliado

¹ ECO, U. "Alguns mortos a menos", pág. A16 do jornal "O Estado de São Paulo". 10 de agosto 2003.

da Internet e suas possibilidades de acesso rápido e imediato às informações, a interações com outras pessoas e a novos e diferenciados caminhos que levem à aprendizagens. Este era antes o espaço de atuação exclusivo da escola e que tinha na ação do docente a sua personalização.

A segunda, diz respeito à própria função da educação escolar e, por conseqüência, dos educadores. A terceira, como desdobramento das anteriores, sobre a própria formação dos docentes, seus desafios e possibilidades, em um mundo permeado, partilhado, mediado pelas novas tecnologias digitais. Estas considerações, derivadas das provocações postas por Eco, se apresentam como desafios para pensarmos sobre a realidade da escola e da formação docente no Brasil na atualidade. Vejamos, então:

3. A formação de profissionais para uma sociedade em constante mudança

Retornando a Eco: [...] *diante da possibilidade de reciclagens aceleradas, deverá se tornar em grande parte formação intelectual, treinamento de software [...] mais que treinamento em hardware, em manutenção, naqueles componentes físicos de máquinas intercambiáveis que poderão ser construídas com base em um outro programa.*

O que significaria uma "formação em software (e não em hardware)" ? Seria, por exemplo, formações intelectuais flexíveis ("... que poderão ser construídas com base em um outro programa..."), adaptáveis, voltadas para a utilização do raciocínio e para a adequação do pensamento aos desafios permanentemente novos, diferenciados que se apresentam aos educadores a cada momento? Seria a predominância de formações voltadas para o conhecimento e a compreensão da "lógica das redes" e a autonomia do docente para a escolha do momento adequado e da metodologia mais apropriada para fazer uso dessas tecnologias em suas atividades de ensino? Seria privilegiar essa formação flexível, "... mais que treinamento em hardware, em manutenção...", ou seja, uma formação para as mudanças em educação mediadas pelas tecnologias digitais de informação e comunicação? Uma formação que vá além do simples treinamento e aprendizado em informática e no uso e manutenção de computadores e da Internet em sala de aula?

4. A função da educação escolar e dos educadores nesta nova sociedade

Recuperando Eco: [...] *para tanto, em vez de pensar em uma escola que a um certo ponto se bifurca e, de uma parte, prepara para a universidade e, do outro, para o trabalho, deveria se pensar em uma escola que produzisse apenas laureados clássicos ou científicos, porque também quem for, sabe-se lá, um operador ecológico do futuro, deverá ter uma formação intelectual que lhe permita um dia pensar e programar a própria reciclagem... ". A função da educação escolar, nessa perspectiva apontada por Eco, seria a de ao invés de se dividir "[...] e, de*

uma parte, preparar para a universidade e, do outro, para o trabalho, deveria se pensar em uma escola que produzisse apenas laureados clássicos ou científicos [...]"

A proposta de Eco considera a impotência da educação escolar em preparar profissionais atualizados, "para a universidade e para o trabalho", devido a velocidade com que as mudanças alteram as próprias especificidades profissionais. Centra-se, assim, na defesa de uma formação intelectual, "que produza laureados clássicos e científicos", mas com uma grande diferença. Esta formação intelectual clássica tem que permitir ao aluno o amadurecimento, a criticidade e a autonomia na construção de seus próprios conhecimentos. Autonomia que lhe garanta um dia "pensar e programar a própria reciclagem...".

Direcionando o foco desta afirmação para a formação do docente, poderíamos pensar na proposta de um professor intelectualmente bem formado, com capacidade para refletir e interagir com as informações e as inovações e com autonomia para pensar e re-programar a sua própria prática, saber identificar seus limites e buscar as mais adequadas formas de atualização pedagógica e cultural para obter melhores resultados no seu desempenho profissional.

5. A realidade da escola e da formação docente na atualidade

Diz Umberto Eco: Não é um ideal democrático e de igualdade abstrato, é a lógica do trabalho em uma sociedade informatizada, que pede educação igual para todos, para ser modelada em um alto nível, não por baixo. De outra forma, a inovação resultará sempre e somente em desemprego.

Esta educação igual para todos, prevista por Eco, leva-nos a pensar na proposta de Edgard Morin, em "Cabeça bem feita". Para este autor, a hiper-especialização precoce prejudica a percepção global, pois fragmenta o conhecimento em parcelas e não consegue garantir a excelência na formação nem profissional e nem acadêmica. Uma educação não excludente, igual para todos, sem exceção. Para que, igualmente todos possam ter acesso a oportunidades de formação e atuação em uma sociedade que se reinventa a toda hora. Uma educação de alto nível e suficientemente ampla, que não dilua e nem fragmente o conhecimento em parcelas, que possa garantir a todos a capacidade de interpretar criticamente uma crise ou um problema da nossa contemporaneidade.

Nessa perspectiva, a proposta de Morin para a reformulação da educação escolar vai ao encontro de um conhecimento formado a partir da trans-disciplinaridade, ou seja, a articulação pedagógica de diversas áreas e sub-áreas do conhecimento. Esta reformulação significa o fim da cisão burocrática e disciplinar entre as ciências e as humanidades e, mais do que isso, entre as ciências da natureza e a cultura.

Comentando as idéias de Morin, Waldenyr Caldas diz que "o conhecimento organizado dessa forma relacionaria as informações que constituem parcelas dispersas do saber a toda uma estrutura sincrônica, orgânica de um saber plural. Seria esse o meio mais eficiente de fazer com que o homem esteja sempre atualizado e atento à gigantesca proliferação de conhecimentos e aos grandes desafios de nossa época. "A cabeça bem-feita (alusão à frase de Montaigne: "Mais vale uma cabeça bem-feita do que uma cabeça cheia") é uma cabeça apta a organizar os conhecimentos e, com isso, evitar sua acumulação estéril", escreve o autor.

Essa organização interdisciplinar dos conhecimentos requer, no entanto, a própria reforma do pensamento, diz Caldas. E continua: "a realidade, seja qual for sua procedência (política, social, religiosa), deve ser reconhecida e tratada, simultaneamente, de forma solidária e conflituosa. A diferença deve ser respeitada. A unicidade, reconhecida..." "É necessário estimular o pensamento plural, multidimensional que aproxima, une e distingue". Ou ainda, como diz Morin, "é preciso substituir um pensamento disjuntivo e redutor por um pensamento do complexo, no sentido originário do termo *complexus*: o que é tecido junto". Isso é a reforma do pensamento".

Esses autores nos encaminham para pensarmos em propostas para a formação de professores, no atual estágio da nossa sociedade, que não sejam apenas a mera distribuição burocrática de conteúdos e competências em um datado currículo acadêmico profissionalizante. O que se propõe é uma formação intelectual de alta qualidade, baseada na reforma do pensamento com o objetivo de levar aos educadores uma visão-concepção mais aberta e ampla do conhecimento e garantir o seu próprio amadurecimento intelectual com criticidade e autonomia de suas ações. Propostas educacionais que objetivem a formação de intelectuais polivalentes, capazes de lidar com a pluralidade de conhecimentos, conhecedores de seus limites e com autonomia para realizar a programação de reciclagens e atualizações de suas próprias capacidades.

Um profissional que conheça a si mesmo e saiba contextualizar as suas melhores competências e suas necessidades para poder superar-se a cada momento. Um profissional que reinvente sua própria prática, a todo instante, abrindo-se para fluxos de interações e informações com outros profissionais, professores e alunos; criando, inovando, estimulando e vivenciando novas propostas e projetos coletivos e integrados, sem fronteiras. Um profissional que possa reunir tudo isso, sem perder de vista a capacidade de ser o professor flexível, competente, humano e compreensivo que o ensino, em tempos de mudanças, está a esperar.

6. Referências bibliográficas

- Caldas, Waldenyr. "Morin defende formação do intelectual polivalente" in: <http://www.estado.estadao.com.br/editorias/2000/07/09/cad152.html> (pesquisa feita em 5/08/2003)
- Castells, Manuel. The end of millennium. The information age: economy, society and culture (vol. 3). Oxford, UK, Blackwell Publishers Ltd., 1998.
- Eco, Umberto. "Alguns mortos a menos", pág. A16 do jornal "O Estado de São Paulo" em 10/08/2003.
- Lévy, Pierre. A Inteligência coletiva. Por uma antropologia do ciberespaço. S. Paulo, Ed. Loyola, 1998.
- Lewis, Michael. Next. The future just happened. New York, W.W. Norton, 2001.
- Masuda, Yoneji. "La sociedad informatizada como sociedad postindustrial" in Anthropos. Revista de documentación científica de la cultura. (no. 164). Invención informática y sociedad. La cultura occidental y las máquinas pensantes. Barcelona, Editorial Anthropos, 1995, p. 20.
- Morin, Edgard. Cabeça bem feita . São Paulo, Bertrand Brasil, 2000.
- Poster, Mark. "Cyberdemocracy: Internet and the Public Sphere" <http://www.humanities.uci.edu/mposter/writings/democ.html> (pesquisa feita em 05/08/2003)
- Stalder, Felix. "The Logic of Networks. Social Landscapes vis-à-vis the Space of Flows" in: http://www.ctheory.net/text_file.asp?pick=263 (pesquisa feita em 05/08/2003).