

# A usabilidade de *Carbópolis*, um *software* livre para a educação ambiental

Juliano de Oliveira Guterres<sup>1</sup>

Marcelo Leandro Eichler<sup>2</sup>

José Cláudio Del Pino<sup>3</sup>

**Resumo:** Concluída a implementação computacional de *Carbópolis*, foram desenvolvidas atividades de avaliação da usabilidade do *software* em diferentes realidades de escola. Nesse sentido, foram realizados cursos de divulgação do *software* para professores de escolas públicas e privadas. Posteriormente, foram acompanhadas as transposições realizadas pelos professores. Neste artigo, mostraremos e discutiremos a diversidade contextual e as diferentes propostas de trabalho observadas com o uso do *software Carbópolis*.

**Palavras-chave:** *software* educacional; educação ambiental; formação de professores.

**Abstract:** *Carbópolis usability – a free software to environmental education*]: When finishing the computational implementation of *Carbópolis*, activities of evaluation of the software usability in different school realities were developed. In this sense, courses of divulgence of the software to teachers in public and private schools were carried out. Later, the transpositions made by the teachers were observed. In this paper, we will point out and discuss the contextual diversity and the different work proposals, which were observed with the use of *Carbópolis*

**Keywords:** educational software; environmental education; teachers education.

---

1 Licenciando em química e bolsista de iniciação científica (CNPq) na área de Educação Química (AEQ) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

2 Professor de química e pesquisador da AEQ da UFRGS. Atualmente está cursando doutorado em Psicologia do Desenvolvimento, nessa mesma universidade.

3 Professor de química na UFRGS, com doutorado em química de biomassa. É coordenador da AEQ, com bolsa de produtividade em pesquisa pelo CNPq.

## 1. Introdução

Na década de 1980, foram iniciadas experiências de informatização das escolas de ensino básico. Desde essa época, além de algumas experiências em colégios particulares, a iniciativa de órgãos públicos – das esferas federal, estadual e municipal – fomentou o desenvolvimento de políticas, diretrizes e estratégias para a formação de recursos humanos e para a aquisição de equipamentos, visando a implementação e o uso de laboratórios de informática educativa em escolas públicas e particulares. Hoje, cada vez mais, o computador parece fazer parte do cenário escolar.

No âmbito latino-americano, presencia-se a formação de comunidades internacionais de aprendizagem por computador, como aquelas fomentadas pela Organização dos Estados Americanos (<http://oea.psico.ufrgs.br/>). No plano nacional, dois programas chamam a atenção. O Programa Nacional de Informática na Educação (<http://www.proinfo.gov.br>), do Ministério da Educação, que promove cursos de especialização em informática educativa, para professores da rede escolar, e instala laboratórios de informática em escolas públicas de todo o país. Por sua vez, o Programa Sociedade da Informação (<http://www.socinfo.org.br>), do Ministério de Ciência e Tecnologia, traça um plano plurianual visando à apropriação pública e privada do desenvolvimento da microinformática, onde a educação merece uma especial atenção. Finalmente, em nível municipal, a Prefeitura de Porto Alegre está executando uma política de informatização das escolas, que pretende colocar computa-

dores em todas as escolas municipais e interligá-los em rede (<http://www.procempa.com.br/educ.htm>).

No entanto, diversos relatos e avaliações têm revelado que a qualidade dos materiais didáticos computacionais (Software Review, versão digital <http://www.liv.ac.uk/ctichem/swrev.html>) e o número de boas experiências com o uso do computador nos processos de ensino e de aprendizagem é menor do que a sociedade poderia esperar (OLIVEIRA, 1997).

Nesse caso, em relação à educação em ciências, a comunidade acadêmica tem discutido, em diversos fóruns, o que se deveria esperar das atividades de ensino e de aprendizagem das disciplinas de ciências naturais (química, física e biologia) no ensino básico. Propõe-se que essas atividades devam estar voltadas à formação completa do cidadão, vinculando os conteúdos curriculares às dimensões sociopolítico-econômicas e aos conhecimentos prévios dos alunos. Espera-se que nessas atividades o aluno interaja com os conteúdos e coopere com seus colegas na construção dos conceitos e métodos científicos. Defende-se atividades em que o aluno, por meio de condutas cognitivas, parta de questões concretas para estabelecer relações abstratas entre os conceitos presentes nessas questões. Então, pode-se concluir que a produção e a utilização de atividades com o uso de computador, visando à educação em ciências, deveriam estar inseridas nessa perspectiva.

Dessa forma, desde 1997, vimos desenvolvendo um projeto de produção de material didático computacional que segue essa perspectiva (EICHLER, 1999; EICHLER e DEL PINO, 1998).

Desde o seu início, esse projeto tem sido apoiado pelas diferentes agências de fomento à pesquisa: FAPERGS, CNPq e CAPES.

Nesses materiais didáticos computacionais, os assuntos relacionados à educação em ciências são estruturados transversalmente (ASSMANN, 2000; YUS, 1999), a partir de temas geradores (CORAZZA, 1992; FREIRE, 1996) vinculados aos meios de produção de energia elétrica (EICHLER e DEL PINO, 1998; EICHLER, GONÇALVES, SILVA, JUNGES e DEL PINO, 2003a e 2003b).

Além da temática, e talvez mais importante que ela, as estratégias educativas são muito importantes no desenho de materiais didáticos computacionais. Embora, no campo da informática educativa, pareça que a estratégia pedagógica de pequenos projetos de investigação seja a mais aconselhável (FAGUNDES, SATO e MACHADA, 1999), muitos autores (LIN, BRANSFORD, HMELO, KANTOR, HICKEY, SECULES, PETROSINO e GOLDMAN, 1995; SILVERMAN, 1995; STARR, 1997) entendem que, quando os conceitos são muito formalizados ou abstratos, são recomendáveis estratégias de solução de problemas e simulações antecedendo o desenvolvimento dos projetos.

Por exemplo, o grupo de cognição e tecnologia de Vanderbilt [The Cognition and Technology at Vanderbilt] (LIN, BRANSFORD, HMELO, KANTOR, HICKEY, SECULES, PETROSINO e GOLDMAN, 1995) tem trabalhado com comunidades de aprendizagem nas quais se utilizam resolução de proble-

mas e atividades de projetos que mantenham o interesse do aluno de 4 a 16 semanas. No modelo proposto por esse grupo, entende-se que a estratégia de solução de problemas serve de apoio inicial para o desenvolvimento dos projetos porque, dessa maneira, esses se desenvolvem desde uma perspectiva mais informada.

Assim, em nossos materiais didáticos computacionais, a partir dos possíveis impactos ambientais e sociais dos diversos meios de produção de energia elétrica são desenvolvidas atividades de simulação de problemas concretos, que permitem ao usuário:

- identificar as causas dos problemas simulados e as suas conseqüências;
- propor possíveis soluções;
- decidir sobre os procedimentos de emergência a serem tomados, a partir do estudo das legislações pertinentes;
- estudar e analisar casos que permitam tomar providências no sentido de evitar possíveis impactos;
- escolher o meio de produção de energia a ser ampliado em função do aumento da demanda no consumo.

Para situar os impactos ambientais e sociais decorrentes da produção de energia elétrica são utilizados cenários (CARROLL, 2000; RIEBER, SMITH, AL-GHAFRY, STRICKLAND, CHU e SPAHI, 1996), nos quais, por meio de personagens, em texto ou em vídeo, são descritos alguns fatos e eventos relacionados à simulação do problema. Um exemplo de impacto ambiental é a chuva ácida produzida pela emissão de gases sulfurosos em usinas carboelétricas.

**Figura 1: Cenário da atividade sobre impacto ambiental (chuva ácida) de usina carboelétrica**



cujo cenário da atividade pode ser visto na Figura 1, que representa a região de *Carbópolis*.

As atividades de aprendizagem nesses cenários são apoiadas por diversas tecnologias, visando à diversidade de formas de comunicação, de leitura e de escrita (GUEDES e SOUZA, 1998). Assim, a navegação pelas informações pode se dar sobre aquelas disponibilizadas no hipertexto e na hemeroteca do próprio material didático ou sobre as que se encontram, através de algum *browser*, na internet. A análise das simulações e a síntese das idéias em direção à solução dos problemas simulados podem ser feitas por meio da utilização de bloco de notas e do preenchimento dos relatórios e dos pareceres que o material didático computacional disponibiliza. Além disso, há a possibilidade dos usuários se comunicarem por *e-mail* (HACKBARTH, 1997; LEWIS, STERN E LINN, 1993; PASSERINI e GRANGER, 2000);

Finalmente, talvez a característica mais importante de nossos materiais didáticos computacionais seja o fato de sua implementação estar sendo feito sob o conceito de *software* livre (STALLMAN, 2000). Por exemplo, no documento sobre a Sociedade da Informação (TAKAHASHI, 2000), entendera-se a necessidade de ações estruturadoras que visassem, entre outras:

- a ampliação do Proinfo para contemplar também a alternativa de utilização de *software* livre em educação;
- a geração e difusão de materiais didáticos livres voltados para as tecnologias de informação e comunicação e seus impactos sobre a sociedade;
- a identificação e disseminação de *software* sem custo para a geração de conteúdo, bem como para outros usos mais específicos em atividades didáticas em todos os níveis de todas as áreas.

O primeiro produto concluído por esse projeto foi o *software* educativo *Carbópolis*, resultado de três anos de um trabalho interdisciplinar. Em 1999, a implementação inicial de *Carbópolis* foi concluída em Delphi, com o apoio do Programa Especial de Treinamento do Instituto de Informática da UFRGS (EICHLER e DEL PINO, 2000). Esta implementação de *Carbópolis* nos possibilitou a avaliação do modelo pedagógico subjacente a nossa proposta de materiais didáticos computacionais. Essa avaliação foi tema de uma dissertação de mestrado (Programa de Pós-Graduação em Psicologia do Desenvolvimento) que visou a investigar o desenvolvimento conceitual, de sujeitos considerados prototípicos, durante a solução da tarefa do *software Carbópolis* (EICHLER, 2000; EICHLER e FAGUNDES, 2001).

Terminada a avaliação, o *software* foi disponibilizado para *download* no sítio <http://www.iq.ufrgs.br/aeq/carbop.htm>. Nele, além do programa, estão disponíveis textos de apoio a professores que, por exemplo, abordam as relações conceituais presentes no *software* e uma elaboração conceitual que pode ser feita para resolver o problema presente em *Carbópolis*.

A partir de 2003, foi disponibilizada uma versão desenvolvida em JAVA, sob o apoio e parceria da Companhia de Processamento de Dados do Município de Porto Alegre (PROCEMPA), que possibilita rodar o *software* sobre a plataforma GNU/Linux. Essa versão, ainda, pode ser encontrada em versões em português e espanhol no sítio indicado anteriormente.

Entretanto, entendemos que outras atividades de avaliação seriam necessá-

rias. Nesse sentido, compreendemos ser importante avaliar como efetivamente esse *software* é utilizado em diversas realidades de escola, nos diferentes níveis de ensino. Em outro lugar (GUTERRES, EICHLER e DEL PINO, 2003), por meio de entrevistas com professores que utilizam *Carbópolis* em suas atividades de ensino, buscamos identificar os diferentes contextos escolares em que o *software* é utilizado e como os professores avaliam essas suas atividades. Neste artigo, relatamos o acompanhamento do uso de *Carbópolis* com alunos do ensino secundário, após ações de extensão universitária voltadas à divulgação de *Carbópolis* para professores da escola básica de diversas disciplinas.

---

## 2. Estratégias de ação

---

Alguns trabalhos (MCDUGALL E SQUIRES, 1995; SQUIRES e PREECE, 1996) têm proposto que a avaliação do *software* educacional seja feita em contextos definidos, em que se considere, além de aspectos puramente técnicos, se eles são pertinentes ao currículo, se são acessíveis a professores e alunos e, finalmente, se contemplam as questões de aprendizagem. Todas essas dimensões são importantes, sem que se possa enfatizar uma em relação à outra.

No início de 2002, mantivemos um diálogo com a Secretaria Municipal de Educação (SMED) de Porto Alegre com o objetivo de realizar uma parceria que nos possibilitasse diferentes formas de avaliação dos materiais didáticos computacionais que estamos desenvolvendo. Nesse nosso contato, ficamos sabendo que o Comitê de Informática

da secretaria já vinha indicando aos professores municipais a utilização do *software Carbópolis*, principalmente por esse tratar de assuntos relacionados ao meio ambiente. Nesse sentido, criou-se uma perspectiva ímpar para analisar as várias formas como esse *software* é, concretamente, utilizado pelos aprendizes, em seus múltiplos papéis, em diversos contextos e nos diferentes níveis de ensino.

Com essa investigação, buscou-se verificar como de fato *Carbópolis* é usado no meio escolar, qual o real uso que dele fazem professores e alunos, quais as características desse uso, etc. Em uma pesquisa dessa natureza, na maioria das vezes, as categorias de análise dos dados são levantadas durante e após a coleta de dados, ou seja, não são prévias.

Dessa forma, para realizar essa pesquisa, primeiro oferecemos um curso para professores da rede pública municipal de Porto Alegre, em parceria com a SMED, durante a Jornada de Verão daquele ano (EICHLER e DEL PINO, 2002). Nesse curso procuramos mostrar aos professores quais foram os objetivos que nortearam a confecção do *software Carbópolis* e debatemos formas de utilizá-lo nas diferentes realidades escolares nas quais os professores estão inseridos. Posteriormente, devido à solicitação da reedição desse curso, oferecemos dois outros cursos para professores da rede municipal. Nesses cursos, entregamos aos professores um questionário que era composto de perguntas em torno da informática educativa, do incenti-

vo por parte da escola a trabalhos dessa natureza e da possível utilização do *software* em sala de aula.

Por fim, nesse período de contato com os professores, também fomos convidados para realizar uma atividade similar com professores do Centro de Ensino Médio Pastor Dohms<sup>4</sup>.

---

### 3. Resultados e discussões

---

Nos cursos oferecidos em parceria com a SMED participaram 19 professores de diversas áreas de conhecimento: Educação Artística, Educação Física, Biologia, História, Química e Geografia. Nos questionários, em geral, os professores responderam que achavam importante o uso da informática na educação e que as escolas em que trabalhavam apoiavam a utilização desse tipo de recursos, justamente por isso se inscreveram no curso. Quanto à utilização de *softwares* educativos, as respostas estiveram bastante ligadas à área de atuação dos professores. Por exemplo, os professores de Geografia disseram utilizar bastante esse tipo de recurso, principalmente com Atlas. Entretanto, os professores de ciências e química disseram que não utilizavam *softwares* educativos porque não conheciam ferramentas gratuitas que se enquadrassem em sua realidade de escola.

Ao final dos cursos, a maior parte dos professores se disse interessado a utilizar o *software Carbópolis*, de uma forma ou de outra, em suas atividades

---

4 Colégio particular, mantido pela Comunidade Evangélica de Porto Alegre (CEPA), filiada à Igreja Evangélica de Confissão Luterana no Brasil (IECLB). O currículo desse colégio é estruturado em dois blocos: um com atividades obrigatórias comuns (3.240 horas) e outro com atividades optativas (400 horas). Nas atividades optativas os alunos se inscrevem de acordo com seus interesses.

de ensino. Entretanto, quando voltamos a entrar em contato com esses professores, muitos revelaram as dificuldades de usar o programa em sua realidade de escola, já que muitos dos laboratórios de informática educativa utilizam a plataforma livre GNU/Linux. O projeto da SMED era, inclusive, migrar toda a rede escolar para essa plataforma. Nessa época, porém, ainda encontrava-se em desenvolvimento a Versão Java para o *software Carbópolis*<sup>5</sup>, que rodaria na plataforma GNU/Linux.

Além do mais, um dos professores de Geografia que nos dissera utilizar *softwares* educativos, indicara as dificuldades que sua escola enfrentava com o laboratório de informática, que utilizava plataforma livre: “*os computadores não funcionavam e, quando consertados, logo apareciam os mesmos problemas*” (comunicação com os periféricos e acesso à rede, por exemplo). Ocorre que as escolas não possuem técnicos<sup>6</sup> para a manutenção do sistema e, é notório, a plataforma livre exige um contínuo suporte técnico.

Dessa forma, somente conseguimos acompanhar o trabalho elaborado pela professora Tânia Oroczo, professora de Ciências da Escola Municipal Liberato Vieira da Cunha. A atividade programada seria desenvolvida com uma turma de progressão, constituída por alunos reprovados da segunda série do terceiro ciclo<sup>7</sup>. A intenção da professora era de ilustrar a sua aula de ciência, levando

uma tarefa agradável para seus alunos envolvendo um assunto interessante e atividades com computadores. A preocupação com a qualidade da aula, conforme a professora, seria justificada em função do dia-a-dia na escola: a evasão escolar é preocupante.

Em relação aos recursos do programa, a atividade proposta pela professora foi bastante simples e diretiva, sendo realizada como conclusão da apresentação de conteúdos disciplinares da química. Solicitou aos alunos que comparassem a concentração de dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) e o índice de acidez (pH) nas diferentes regiões de *Carbópolis*, sendo esse procedimento realizado na situação inicial e logo após instalar cada um dos equipamentos antipoluentes. Para a preparação desta atividade, a professora dedicou as três aulas antecedentes para desenvolver os conceitos de pH, reações químicas e concentração de substâncias.

Ao término dessa atividade, entrevistamos a professora, que nos relatou que, segundo seus propósitos e o de sua turma: “*o software correspondeu às expectativas. (...) Estimulou o interesse dos alunos por temas ambientais (...)*”. Além disso, permitiu que fossem apresentados alguns conceitos químicos importantes para os alunos.

Na atividade com os professores do Pastor Dohms, a apresentação do *software* suscitou no professorado da

---

5 Essa versão foi lançada em agosto de 2003, em parceria com a Companhia de Processamento de Dados de Porto Alegre (PROCEMPA).

6 Essa realidade é semelhante àquela encontrada junto aos laboratórios de ciências. Ocorre que, no Rio Grande do Sul, não existe possibilidade legal de contratação de técnicos para a escola básica pública, que assumiriam a função de laboratorista.

7 Como é possível depreender dessa afirmação, as escolas municipais adotam o regime de ciclos.

escola a discussão de um projeto agregando as disciplinas de Química, Biologia, História e Geografia no ensino médio. O projeto efetivamente realizado foi planejado e conduzido pelas professoras Cynthia Fleming Silveira, Biologia, e Denise Barbieri, Química.

Os participantes do projeto foram alunos do primeiro ano do ensino médio. A carga horária foi de 40 horas, sendo 28 horas no laboratório de informática e 12 horas de saídas de campo. O trabalho foi desenvolvido em 14 encontros de 2 horas/aula no laboratório de informática, onde os alunos analisaram os problemas relativos à poluição atmosférica e buscaram forma de solucioná-los. Após o término da atividade no laboratório de informática, um encontro foi dedicado a discussões com o grupo de alunos, servindo de preparação para as saídas de campo. Nessas saídas, foram visitados: o Departamento de Controle e Monitoramento da Qualidade do Ar, da Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SMAM) de Porto Alegre; o Laboratório de Análise da Qualidade da Água, do Departamento Municipal de Água e Esgotos (DMAE) de Porto Alegre; as minas de carvão a COPELMI Mineração Ltda., em Arroio dos Ratos (RS); e a Usina Termoelétrica da Tractebel Energia S.A., em Butiá (RS).

Nós acompanhamos o desenvolvimento desse projeto. Quando ele foi encerrado, entrevistamos as professoras. Os parágrafos seguintes são excertos dessa entrevista e servem para descrever alguns resultados a que chegaram as professoras com o projeto.

Sobre a escolha do *software*, a professora Denise comenta: “*Nosso objetivo era fazer com que aqueles alu-*

*nos que têm dificuldades de aprendizagem, de leitura e de concentração se envolvessem. (...) Quando o Eichler veio apresentar a nós o programa, nós nos olhamos (...) e dissemos: esse é um canal para a gente mudar um pouco a postura de uma determinada turma (...).*

Durante a apresentação do projeto para os alunos, enquanto alguns desistiram porque, conforme a professora Cynthia: “*(...) a gente via na fala deles que eles acharam muita coisa para ler (...)*”; outros reconheceram a relevância da temática que seria abordada, como declara a professora: “*Então eles se sentiram assim “vamos fazer o projeto com seriedade”, porque tem consequência! Não é um trabalho que não tem fundamento nenhum. Então essa valorização [por parte dos alunos] é importante!*”.

Como o projeto das professoras foi desenvolvido com alunos de primeiro ano do ensino médio, eles ainda não teriam visto em classe conteúdos de química que poderiam ser considerados necessários para a solução do problema apresentado em *Carbópolis*. Entretanto, isso não foi um impedimento, como a professora Denise relata que: “*nessas ‘aulas’ do Carbópolis [ou seja, nas atividades em que os alunos utilizaram o programa], nós não tínhamos visto nem óxidos, nem ácidos, nem bases, nem sais, nem nada... Havia reações químicas, e eles não tinham recebido nada de reações e eu achei isto importante: não foi um empecilho para travar o trabalho deles. Eles acharam um mecanismo para resolver suas dúvidas, conhecendo o nome das substâncias químicas mesmo sem saber direito o que eram...*”.

Um dos participantes desse projeto foi um aluno portador de deficiência visual. Para que esse aluno pudesse participar da atividade foi realizado um trabalho de transposição de todos os textos do programa para um formato compatível com o programa que a escola utiliza para leituras eletrônicas de textos. Durante a realização do trabalho este aluno era informado pelos colegas da situação de *Carbópolis* e do texto que deveria ser consultado, realizando um trabalho de equipe. Porém aos poucos começaram a aparecer dificuldades no andamento do trabalho, pois essa metodologia não proporcionava ao aluno a interatividade do hipertexto contido no programa. Por essa razão, o aluno deficiente visual passou a trabalhar sozinho e de uma forma diferente dos demais: “[Cynthia]: *o G. passou a receber as instruções do dia que direcionavam o trabalho dele (...) a parceria não funcionou como a gente imaginava, mas funcionou por outro caminho (...) ele apresentou o relatório sozinho*”.

Deve-se ressaltar a integração que as professoras realizaram por meio de seu projeto. A utilização do *software* teve por objetivo sensibilizar o aluno com o problema ambiental chuva ácida e propiciar uma ambiente para a construção de conhecimentos e de habilidades que pudessem auxiliar na solução deste problema. Posteriormente, foram feitas visitas que permitiram ao aluno evidenciar os assuntos estudados no *software*, observando e questionando criticamente o que lhes foi mostrado nos locais de visita, principalmente junto às minas de carvão e na usina termelétrica. Nesse sentido, os alunos foram hábeis em integrar os conhecimentos desenvolvidos com a utilização do *software*, contrapondo as

informações sobre as características do carvão e o processo da conversão elétrica com os padrões ambientais regulados em legislação e monitorados pelas agência ambientais. As professoras se disseram muito satisfeitas com esse resultado, indicando que, depois das visitas: “*o Carbópolis deixou de ser virtual e passou a ser real*”.

Em uma avaliação global do projeto, uma das professoras complementa afirmando que não só os objetivos foram alcançados, ou seja, as características do *Carbópolis* fizeram com que os alunos se empenhassem nas leituras, mas também proporcionaram a melhoria da turma em outros aspectos: “[Cynthia] *os alunos que participaram do Carbópolis ficaram mais desinibidos, se sentiram mais a vontade com os professores e até com os alunos*”.

Entretanto, as professoras manifestaram surpresa com o fato do programa não fazer qualquer tipo de correção nos relatórios escritos pelos alunos, como se pode depreender do diálogo a seguir: “[Cynthia]: *Eles se deram conta que poderiam escrever qualquer coisa no relatório e dar Ok que passariam para a próxima fase. Eles esperavam que se escrevessem qualquer bobagem ali... que iria trancar.* [Del Pino]: *(...) aí está a ênfase na participação do professor... não é quem construiu o software que vai dizer que isso é certo ou errado, mas deixar isso em aberto para que o professor trabalhe esse relatório com os alunos*”.

Sobre o trabalho com projetos, na perspectiva da formação das professoras que o realizaram, o seguinte excerto da entrevista é revelador: “[Del Pino]: Por que vocês colocaram também al-

gum tempo no planejamento disso não é? [Denise]: (...) *para não ter surpresas na sala de aula. Houve um preparo anterior, mas mesmo com tudo que a gente planejou, esquematizou, teve novidades!* [Del Pino]: Vocês tinham espaço dentro da escola, ou essa atividade vocês faziam em casa? [Denise]: *Em casa, aqui no colégio, mas como um horário intrínseco a realização do projeto. Isso não é computado como hora trabalhada.* [Del Pino]: Porque esse é um grande problema que a gente enfrenta que as escolas não abrem um espaço dentro do horário considerado (...). Então vocês vejam que isso faz parte da vontade do professor de querer fazer. Então ele tem que doar seu espaço para a realização do projeto, ou seja, tem que haver uma motivação do professor para fazer isto. [Cynthia]: *Nós nos organizamos em junho, quando estávamos de férias. Nós voltamos a nos encontrar um pouco antes de começar as aulas (...).* [Del Pino]: E vocês acham que faltou um pouco de incentivo por parte da escola? [Denise]: *Não é que faltou... se tu tens uma idéia de como fazer um projeto, “eu vou fazer o projeto”, você comunica isso ao coordenador, ao responsável, e ele te diz “esse projeto está dentro da configuração do que é um projeto mesmo”, vai classificar... agora, tudo que eu preciso, se eu preciso sair a campo para pesquisa de preço, qualquer coisa para aquele projeto funcionar, depende da vontade minha. Então a escola nem se opõe e nem “a partir de agora tu terás 10 horas por semana para pensar no projeto”. Também não existe isso. A escola só paga a partir do momento que você está com o aluno. (...) Em escolas particulares*

*se você tem 20h, são 20h dentro de sala de aula! (...) Se você quer fazer um trabalho diferente, que se propõe a fazer, é uma questão de doação! É uma questão de “bom, o teu trabalho vai ser bom, eu não vou ser remunerada para fazer isto” e o incentivo que existe é que eles expõem o projeto! (...) A gente acredita que [fazer projetos] vai influenciar de alguma forma na qualidade dos nossos alunos e o grande benefício do projeto que a gente está percebendo é essa quantidade de informação que a gente pode receber do projeto e como ele fica realmente o diferencial com relação ao aluno não ser como qualquer outro que não conheça aquilo, que pode ser tanto colegas quanto professores. Então esse aluno que fez o projeto, hoje é um aluno que presta atenção a certas coisas. Que lêem uma notícia no jornal e eles têm uma opinião formada em função de alguma coisa que ele trabalhou naquilo ali! Que é bem diferente da sala de aula! Por mais que tu cries, é uma outra realidade! Por mais que tudo tenha idéias, não tem [nada] como o aluno ir ver uma mina de carvão como ela é. (...) E eles não viram só como uma visita, eles viram como uma atividade de avaliação. (...) Esta parte nós consideramos importante: quando eles terminaram e nós formamos um debate para relatório, onde eles iam apresentar todas as idéias. Nós fizemos uma mesa-redonda para as declarações depois da visita. E nesta mesa-redonda foi levantado então qual é que era o problema de Carbópolis? O que causava? E aí começou a discussão entre o grupo, e aí que se vê também o valor e a diferença dos alunos que partici-*

*pam, que buscam a informação, esses alunos que entraram direto na sala de informática durante o Carbópolis, na internet pra pegar um outro dado, sobre termoeletricas, sobre doenças, (...). E isso é um grande ganho! Isso é o diferencial! E (...) por mais dedicado que ele [o professor] seja isso a gente não consegue fazer dentro de uma sala de aula tradicional. [Del Pino] Hoje vocês viram que foram recompensadas, vamos dizer assim, satisfeitas com o projeto. O que representa para isso em termos de formação para vocês? [Cynthia]: Acho que o diferencial é o conhecimento adquirido do conteúdo do projeto como também da maneira de fazer esse tipo de trabalho. Hoje a gente tem muito mais segurança de pensar num outro projeto, como pode ser Carbópolis 2<sup>8</sup>, a gente sabe que dá para entrar em alguma coisa que a gente não conhece e dá para ir fazendo. Porque o projeto é isso! De ir atrás e descobrir! (...) A gente desenvolve uma sensibilidade que não é usual do professor dentro do tradicional, vamos dizer assim, inclusive o projeto muda na sala de aula.”*

---

#### 4. Conclusão

---

Talvez seja uma questão de princípios, mas em nossas ações formativas de professores sempre consideramos a diversidade e a gratuidade como princípios éticos de um grupo de investigação situado numa universidade pública. É possível pensar que, por essas razões, em nossos materiais didáticos trabalhamos com te-

mas geradores, como possibilidades de inserção nas estratégias de formação de professores e de estruturação de currículos comprometidos com a educação científica e cultural para a cidadania.

Como procuramos mostrar, aqui e em outro lugar (GUTERRES, EICHLER e DEL PINO, 2003), essa diversidade se espalha pelas circunstâncias educacionais de utilização de *Carbópolis*, por exemplo, da formação inicial e continuada de professores, da reflexão do professor sobre suas necessidades de formação para analisar e utilizar softwares educativos, e da sua utilização numa proposta pedagógica unidisciplinar ou em outra interdisciplinar. Neste sentido, há um sentimento que estamos alcançando nosso propósito, de envolver o professor atuante nos diferentes níveis de escolaridade, neste projeto que vimos desenvolvendo, qual seja, construção de cenários informatizados como contribuição para a implementação de outras propostas educacionais na área de educação científica.

Durante o curso desse projeto, pudemos constatar mais uma vez o quanto as características pedagógicas de utilização de laboratórios de informática se assemelham àquelas do laboratório de ciências. No âmbito da didática de ciências, sabe-se que os laboratórios de ciências são uma importante estratégia metodológica, desde que os professores sejam capacitados para usá-los, possuem tempo para estruturar atividades experimentais que sejam significativas para seus alunos e que a escola viabilize a devida infra-estrutura para a manuten-

---

8 As professoras se referem a uma nova atividade que estamos desenvolvendo para ampliar o *software Carbópolis*, essa atividade é sobre eutrofização da água.

ção dessas atividades. Sem dúvida, a realidade é a mesma com os laboratórios de informática. Na seção anterior, foi possível mostrar um exemplo de como a infraestrutura da escola é importante para possibilitar o adequado uso do laboratório de informática. Dessa forma, pôde-se constatar as dificuldades que a escola pública enfrenta ao não ter um apoio técnico qualificado e disponível para solucionar os problemas diários que acontecem com os computadores, que são potencializados quando se utiliza uma plataforma livre, como o GNU/Linux, que necessita de mais suporte técnico que outras plataformas proprietárias, como o Windows.

Essa diferença que pode ser apontada entre a escola pública e a escola privada também pode ser notada, e talvez de forma mais acentuada, no apoio dado pela escola ao professor para desenvolver a estratégia pedagógica dos projetos de investigação. Embora essa estratégia seja citada nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) e indicada em materiais de apoio à informática educativa (FAGUNDES, SATO e MAÇADA, 1999), o real suporte dado pela escola pública é incomparável àquele que a escola privada tem disponibilidade de conceder. Por exemplo, é difícil imaginar uma atividade como a promovida pelas professoras Cynthia e Denise sendo realizada em alguma escola pública, entre outras dificuldades, por exemplo, porque não há disponibilidade de recursos financeiros para serem realizadas as saídas de campo.

Na escola pública, outra coisa importante de ressaltar é que a função do professor é paga apenas pelas atividades em sala de aula. E como o planeja-

mento de qualquer outra atividade que foge do tradicional demanda tempo, ou seja os horários de folga do professor, torna-se mais difícil a efetivação de propostas como as das professoras Cynthia e Denise. Esse é mais um exemplo do quanto se deve valorizar monetariamente as atividades do professor no planejamento de suas aulas se realmente se quer oportunizar mudanças na escola.

Em relação à continuidade desse nosso trabalho, uma vez que já foi concluída a Versão Java do *software Carbópolis*, poderemos acompanhar outras realidades escolares. Apesar desse projeto de continuidade, podemos dizer que esta pesquisa, em especial, nos proporcionou a oportunidade de conhecer os contextos de utilização e o aproveitamento do *Carbópolis* nos mais variados ambientes de aprendizagem contribuindo, dentre outros objetivos, para o aperfeiçoamento dos nossos próximos materiais didáticos, mais especificamente *softwares* educativos.

Finalmente, resta-nos dizer que o trabalho desenvolvido pelas professoras Cynthia e Denise possui as características que entendemos como sendo ideais para a utilização de *Carbópolis*, pois as atividades foram organizadas de forma integrada à operacionalização do projeto pedagógico da escola e em relação à estruturação das disciplinas constituintes do currículo, que no caso foram a química e a biologia.

---

## 5. Referências bibliográficas

---

ASSMANN, H. (2000). A metamorfose do aprender na sociedade da informação. *Ciência da Informação*, 29 (2), 7-15.

- CARROLL, J.M. (2000). Five reasons for scenario-based design. *Interacting with Computers*, 13, 43-60.
- CORAZZA, S.M. (1992). *Tema gerador: concepções e práticas*. Ijuí: Ed. Unijuí.
- EICHLER, M.L. (1999). Uma abordagem construtivista para a aprendizagem de ciências com o uso do computador. *Informática Educativa: Teoria & Prática*, 2 (2), 55-64.
- \_\_\_\_\_ (2000). *Um estudo sobre a microgênese da explicação de um problema ambiental*. Dissertação (Mestrado em Psicologia do Desenvolvimento e da Personalidade). Porto Alegre: UFRGS.
- EICHLER, M.L. & DEL PINO, J.C. (1998). Modelagem e implementação de ambientes virtuais de aprendizagem em ciências. *Anais: 4ª Reunião da Rede Iberoamericana de Informática Educativa*. Brasília, Outubro de 1998.
- \_\_\_\_\_ (2000). Carbópolis, um *software* para educação química. *Química Nova na escola*, 11, 10-12.
- \_\_\_\_\_ (2002). Carbópolis, um *software* para educação ambiental. Em: S. Ferreira, *Jornada de Verão 2002: conhecendo e discutindo a rede municipal de ensino*. (pp. 52-53). Porto Alegre: SMED.
- EICHLER, M.L. & FAGUNDES, M.L. (2001). A microgênese da explicação de um problema ambiental: os casos Paulo e Piter. *Psicologia: Reflexão & Crítica*, 14 (3), 505-520.
- EICHLER, M.L.; GONÇALVES, M.R.; SILVA, F.O.M.; JUNGES, F. & DEL PINO, J.C. (2003a). Uma proposta para o desenho interdisciplinar de ambientes virtuais de aprendizagem de ciências. *Revista Novas Tecnologias na Educação*, 1, (2), [no prelo].
- \_\_\_\_\_ (2003b). A suggestion on virtual learning environments design to science education: ways of electric energy production and their social and environmental impacts. *Educational Technology*, 43 (6) [no prelo].
- FAGUNDES, L.; SATO, L. & MAÇADA, D. (1999). *Aprendizes do futuro: as inovações começaram!* Brasília: Secretaria da Educação a Distância, Ministério da Educação.
- FREIRE, P. (1996). *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática docente*. São Paulo: Paz e Terra.
- GUEDES, P.C. & SOUZA, J.M. (1998). Leitura e escrita são tarefas da escola e não só do professor de português. Em I.C. Neves, J.V. Souza, N.O. Schäffer, P.C. Guedes e R. Klüsener. (Orgs.), *Ler e escrever: compromisso de todas as áreas* (pp. 13-18). Porto Alegre: Ed. da Universidade/UFRGS.
- GUTERRES, J.; EICHLER, M.L. & DEL PINO, J.C. (2003). Compreensões de professores sobre o *software* educativo Carbópolis e sua utilização em diferentes realidades de escola. *Revista Brasileira de Informática na Educação* [submetido à publicação].
- HACKBARTH, S. (1997). Integrating web-based learning activities into school curriculums. *Educational Technology* (May-June), 59-71.
- LEWIS, E.L.; STERN, J.L. & LINN, M.C. (1993). The effect of computer simulations on introductory thermodynamics understanding. *Educational Technology* (January), 45-58.

- LIN, X.; BRANSFORD, J.D.; HMELO, C.E.; KANTOR, R.J.; HICKEY, D.T.; SECULES, T.; PETROSINO, A.J. & GOLDMAN, S.R. (1995). Instructional design and development of learning communities: an invitation to a dialogue. *Educational Technology* (September-October), 53-63.
- MCDUGALL, A.; SQUIRES, D. (1995). An empirical study of a new paradigm for choosing educational *software*. *Computers Education*, 25 (3), 93-103.
- OLIVEIRA, R. (1997). *Informática educativa: dos planos e discursos à sala de aula*. Campinas: Papirus.
- PASSERINI, K. & GRANGER, M.J. (2000). A developmental model for distance learning using the internet. *Computers & Education*, 34, 1-15.
- RIEBER, L.P.; SMITH, M., AL-GHAFFRY, S.; STRICKLAND, B.; CHU, G. & SPAHI, F. (1996). The role of meaning in interpreting graphical and textual feedback during a computer-based simulation. *Computers & Education*, 27 (1), 45-58.
- SILVERMAN, B.G. (1995). Computer supported collaborative learning. *Computers & Education*, 25 (3), 81-91.
- SQUIRES, D.; PREECE, J. (1996). Usability and learning: evaluating the potential of educational *software*. *Computers Education*, 27 (1), 15-22.
- STALLMAN, R. (2000). O Projeto GNU (Publicado originalmente no livro Open Sources). Porto Alegre: CIPSGA (Documento eletrônico disponível em: <http://www.cipsga.org.br>).
- STARR, R.M. (1997). Delivering instruction on the world wide web: overview and basic design principles. *Educational Technology* (May-June), 7-14.
- TAKAHASHI, T. (Org.) (2000). Sociedade da Informação no Brasil – Livro Verde. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia.
- YUS, R. (1999). *Temas transversais em busca de uma nova escola*. Porto Alegre: Artmed.