

química. Portanto, é útil ressaltar as articulações interdisciplinares que são possíveis a partir de sua utilização, mesmo que elas possam ser consideradas de difícil execução.

O termo interdisciplinar, seus similares ou derivados, é bastante usado para descrever práticas pedagógicas, entretanto sua significação nem sempre é clara. Pode-se, por exemplo, perceber que a interdisciplinaridade é um conceito que pressupõe e necessita de disciplinas para existir. Ela se configura como uma relação entre tais disciplinas, sem, no entanto, alterar seus campos iniciais de ação e, nesse sentido, a questão do corporativismo é uma demonstração do não reconhecimento dos conceitos teóricos e suas possíveis aplicações.

Esse desentendimento conceitual fica evidente quando os pesquisadores se remetem aos problemas de uma aplicação no universo acadêmico ou escolar. Tais problemas referem-se às dificuldades de integrar pessoas e não disciplinas. O impedimento de um projeto interdisciplinar não está especificamente nos conteúdos acadêmicos e suas possíveis inter-relações, mas no conhecimento dos docentes e sua capacidade de entender e perceber as inter-relações. Na licenciatura e nos cursos de formação continuada de professores a discussão interdisciplinar não é efetivada. Existem propostas de uma abordagem sem atentar para a importância do significado dessas integrações conceituais nas diferentes disciplinas.

As alternativas existem e a interdisciplinaridade é possível desde que se entenda que ela constitui formas integradoras das quais se conhecem algumas dificuldades de aplicação, bem como, alguns eixos iniciais em que se possa basear a sua construção. No entanto, tais discussões ainda se mantêm no nível acadêmico, e mais especificamente, na pesquisa acadêmica (Zucolotto, Santos, Guterres, Loguercio e Del Pino, 2003).

Isso não poderia ser diferente com *Carbópolis*, uma vez que o software aborda um tema de análise ambiental, que em sua própria natureza é um campo que rompe as fronteiras disciplinares (Tauk-Tornisiello, Gobbi e Fowler, 1995).

Essa relação pode ser evidenciada na fala dos professores, por exemplo: "[A.R.R.]: O Carbópolis entrou na minha aula porque eu faço um trabalho grande de ecologia junto com os professores de geografia e de história. A gente tem um projeto interdisciplinar: química, geografia, história e biologia. Então, a gente adaptou essa idéia de trabalhar bastante a ecologia e a gente culmina ele com o Carbópolis. O professor de história trabalha toda a região correspondente, que seria aqui Charqueadas⁸, a nossa região carbonífera toda aqui. O

professor de geografia faz as localizações, faz os mapas, faz a contextualização. Normalmente é o mesmo professor. E a professora de biologia entra com toda a parte (...) biológica da região. E eu, como químico, entro com os efeitos correspondentes da chuva ácida, do efeito do pH e essas coisas todas, principalmente quando a gente está trabalhando funções inorgânicas. E aí a gente entra, para culminar o nosso trabalho com o (...) Carbópolis. A gente fecha o conhecimento sempre com isso aí. Já faz três anos que a gente está aplicando [essa proposta]".

Na parte de química, o professor descreve melhor sua inserção nessa proposta de ensino e, também, mostra a integração com outras atividades didáticas. "[A.R.R.]: Antes de trabalhar o Carbópolis (...) a gente trabalha alguns assuntos de ecologia, (...) tipo chuva ácida, efeito estufa, poluição. (...) Aí depois a gente entra com o conhecimento do Carbópolis. Antes eles não vêm. Primeiro a gente faz esse trabalho todo. Inclui a gente trabalha alguns assuntos de pH com as turmas de 1º ano, sem entrar no formulário de pH. Só o conhecimento correspondente de pH. Quando é ácido, quando é básico, quando é neutro. O conceito básico da situação. Para ele ter idéia para quando chegar lá e aplicar o Carbópolis e tiver que fazer as análises ele já saber o que está havendo lá em termos de pH. Então, primeiro se precisa fazer um trabalho todo antes de aplicar o Carbópolis. Ele tem que passar, por exemplo, até por uma visita à estação de tratamento de água a céu aberto que fazem em Ipanema, na ETE⁹, (...) porque lá existe um tratamento (...), fazendo a purificação da água só por fotossíntese. Ele precisa ter todos esses conhecimentos. Não se pode largar na mão do aluno. Ele precisa de orientação".

Mas, a interdisciplinaridade pode empolgar tanto que pareceria que tudo é possível, a partir de tudo. No entanto, já apontamos algumas dificuldades para alcançar tal objetivo. Vejamos: "[M.F.]: Não sei se no início foi por aí a intenção de seguir o Carbópolis, que é todo na abordagem da interdisciplinaridade. As escolas estão exigindo isso dos professores e ele, eu acho que, expressa muito isso. Não sei nem o que ainda tem de caminho, mas até com a matemática pode entrar num projeto interdisciplinar que envolva as disciplinas que estão ali. (...). Essa minha aluna que trabalha no ensino fundamental que comentou: "Ah, eu tenho que trabalhar para conseguir projeto interdisciplinar"; e eu pensei que esse programa tem a questão do português. (...) Tem a parte das entrevistas, das falas das pessoas, que dá para montar (...). Eu acho que essa é uma coisa, assim, que dá uma atualidade para o programa e aí se tu contares ainda mais o que está aí, pelos parâmetros curriculares, dentro do sistema educacional (...)". Por isso que, muitas vezes, diz-se que

⁸ Carbópolis foi adaptado de outra situação real, de Candiota. Ambas as cidades ficam no Rio Grande do Sul.

⁹ Estação de tratamento de esgoto, ETE-Ipanema. Departamento Municipal de Água e Esgotos (DMAE), de Porto Alegre.

os rompimentos das fronteiras disciplinares ficam na esfera do discurso e a realização de seu projeto se torna ineficaz ou não efetiva.

Finalmente, depreende-se dessas falas uma tendência recorrente em utilizar temas geradores para desenvolver determinados conteúdos pertencentes à base curricular da escola.

O conceito de tema gerador faz parte da pedagogia da autonomia de Paulo Freire (1996). O tema gerador pode ser entendido como o assunto que centraliza os processos de ensino e de aprendizagem, sobre os quais acontecem os estudos, pesquisas, análises, reflexões, discussões e conclusões (Corazza, 1992). Portanto, as atividades desenvolvidas com *Carbópolis* parecem surgir como um desencadeamento ou, principalmente, como uma conclusão do tema abordado pelos professores.

3) *Algumas críticas ao software Carbópolis, as dificuldades de sua utilização e as reflexões que se fazem necessárias.*

Como foi abordado na introdução, a proposta pedagógica de *Carbópolis* está referenciada na proposição de situações problemas. A solução de tais situações envolve investigação, que passa pela proposição de hipóteses. Dessa forma, pode-se dizer, que há, ou deve haver, por parte de professores uma familiaridade com a investigação científica, com seus métodos, com a postura do investigador pela busca, pela procura.

No decorrer da solução do problema apresentado no software, o aluno vivenciaria uma estratégia científica, a análise ambiental, podendo aprender sua marcha analítica. É nesse sentido, que compreendemos que as estratégias de ensino em ciência se constituam edificadoras da educação científica do cidadão.

A diferença do projeto pode ser evidenciada na opinião dos professores, por exemplo: “[M.F.]: Ah, eu acho que não tem comparação com os que têm por aí. Inclusive com os que eu te falei, que são considerados bons, que eu conheço e que são pouco atrativos, como aquele Rutherford¹⁰, feio mesmo! Esse [Carbópolis] tem essa coisa de ser de boa qualidade, de ser interessante, poder interagir, ser atrativo, ser bonito. (...). Tu pára ali na frente e fica curiosa para descobrir como funciona. (...). É interessante porque é diferente dos outros, porque ele faz pensar. Porque ele não é só de pesquisa, que os professores conhecem muito, aquele programinha de tabela periódica¹¹ (...) [onde] tu clicas em cima do elemento, ele vai lá e te diz número atômico, tu sabe? O

programa é como se tu pegasses um livro e fizesses uma pesquisa. E esse [Carbópolis] programa não. Tu desenvolves uma série de coisas e que te prendes na frente da máquina. Ele se diferencia (...)”.

Entretanto, o que pareceria uma vantagem é, também, posto em crítica: “[M.F.]: Isso é o problema do Carbópolis, na minha opinião. Como o objetivo dele não era ser alguma coisa assim, um tanto marcado como os outros programas que já está ali, “Bom, você errou, vá para...”. Não é esse o objetivo. O objetivo mesmo é de interagir com o programa, de criar caminhos. O Carbópolis tem isso. O aluno cria o seu caminho. Não tem um caminho que: “Bom, tu não passaste por essa etapa, tu não vais para a seguinte”. Mas esse eu acho um problema”.

É interessante tal dualismo na posição da professora. Assim como ela indica as dificuldades, por exemplo, a pouca diretividade, ela considera isso como algo positivo no programa. Isso é desejável, mas é difícil. Haveria alguma alternativa satisfatória para a modelagem de softwares educacionais voltados para o ensino de ciências?

Uma das alternativas que os professores indicam é ampliar o sentido lúdico dos softwares. Com frequência, esse sentido é tomado como uma recomendação para o aprimoramento de *Carbópolis*. Vejamos como os professores manifestam isso: “[A.R.]: A idéia do software, que eu vejo, é de um jogo. Um jogo que tu exploras num determinado ambiente, só que para a pessoa entrar no jogo ela precisa se ver dentro dele”. Ou, mais explicitamente: “[A.R.R.]: O professor que está lá orientando sempre orienta para ele [o aluno] fixar: “ah, faça assim”, “é por aqui”, “segue o passo tal”. Mas se fosse mais..., não tão rebuscado, eu acho que seria melhor para ele. E de repente, eu não sei se no final, não se pode até fazer o relatório como se fosse um joguinho com alguma coisinha ali para que fixasse mais ainda a atenção dele. Para se tornar mais divertido. Não digo mais divertido, mas mais atrativo e não ficar aquela coisa, assim, dentro de um padrão só. Ele é bom de mexer. Mas ele poderia melhorar. Poderia ser mais acessível. Até nas informações, para mexer, para voltar, para buscar, colocar mais alguma coisa para fazer”.

Na tentativa de minimizar os problemas apontados, os professores sugerem alternativas de concepção da modelagem do programa, aproximando-o do jogo. Essas alternativas, a nosso ver, ou desqualificam a proposta presente no software ou são de difícil execução em termos de programação. Vejamos uma das opiniões dos professores, “[A.R.]: É um tema que causa motivação, só que seria interessante que a situação problema, em si, fosse possível que o software mudasse. (...) Tu usas uma vez aquele software e já está resolvido o problema. Eu sei o que vai acontecer da próxima vez que eu for utilizá-lo. Seria interessante que ele pudesse criar situações novas e não apenas dos gases que estão sendo liberados, (...)”

¹⁰ Rittenhouse, R.C.; Journal of Chemical Education.: Software 1992, VB 20. Outras informações sobre atividades de ensino com esse software podem ser obtidos em Eichler e Del Pino (2000b).

¹¹ Tabela Periódica Eletrônica dos Elementos Químicos 1.0 – Maxwell Guimarães de Oliveira.

ou fossem outras situações do meio ambiente também que seriam bastante interessantes. Até a posição, lá está a mina num lugar, a usina num determinado lugar, a plantação de soja, a cidade... Quem sabe poderia mudar os lugares deles para se ter outras possibilidades de interagir. Como é que o aluno iria interferir, interagir com aquele software se os pequenos ambientes, aquelas pequenas regiões que têm ali trocassem de lugar? Ele teria uma linha de raciocínio de explorar da mesma forma que está hoje?"

Entretanto, esse mesmo professor reconhece que as críticas sobre as dificuldades com o uso do software podem ser do ponto-de-vista do professor. O estudante pode ter uma outra interpretação. Vejamos a sua interessante comparação com um jogo bastante conhecido, "[A.R.]: É claro, tem que se tomar um certo cuidado, porque isso é um trabalho da visão dos professores, que quando mexem nele têm certa dificuldade. Mas eles normalmente têm dificuldades na maior parte dos softwares. Enquanto que se fizermos uma comparação com o SimCity¹², que é um software que vai na linha um pouco parecido. O SimCity também é extremamente complicado para adultos, mas as crianças e adolescentes mexem com bastante facilidade. Isso é fato".

Sem dúvida, o jogo é um atrativo a mais para o aluno, como também pode ser um filme ou uma visita a um museu de ciências. Entretanto, a motivação lúdica não é condição necessária tão pouco suficiente para a aprendizagem, muito pelo contrário pode ser um obstáculo à aprendizagem por desviar o foco do aluno e obliterar sua atenção na tarefa da aprendizagem.

Nas experiências em ensino de ciências, pode ser citada uma outra alternativa que guarda um paralelo de potencialidade, mas também de advertência, com a estratégia do jogo. Muitas vezes, pretende-se relacionar o ensino de ciências com o cotidiano do aluno. Entretanto, em geral, as abordagens conceituais que estão disponibilizadas nos livros didáticos costumam ser superficiais em suas explicações sobre o fenômeno cotidiano a ser estudado (Peruzzo e Canto, 1998; Fonseca, 2001). Nesses livros, o tema do cotidiano é geralmente apresentado como um exemplo complementar e não como uma estratégia de problematização para a aprendizagem dos conceitos que podem ser mobilizados para a sua explicação ou solução.

Vamos aproveitar outras duas manifestações, que seguem a mesma linha da apontada pelo professor A.R.,

¹²SimCity é um jogo onde o usuário é o presidente da câmara da sua própria cidade e é da sua inteira responsabilidade fazê-la crescer, sobreviver e se desenvolver. O objetivo é destacar áreas específicas para uso comercial, industrial e residencial, fornecer eletricidade e água e construir estradas. Todas essas tarefas devem ser cumpridas dentro do orçamento da cidade. Sítio oficial: <http://simcity.ea.com/us/guide/>

para explicar alguns dos objetivos de nosso projeto que não são, ainda, de conhecimento dos professores. Então, vejamos a primeira: "[L.K.]: De repente ele [o Carbópolis] poderia ter vários, de poder optar assim por vários caminhos diferentes. Ou problemas diferentes. Poder optar assim, opção 1, opção 2 e opção 3. Cada opção tem uma resolução diferente. Não sei, é uma projeção. Mas assim, eu achei o programa bem legal só que vocês poderiam abrir ele mais. De repente ter várias resoluções". A segunda recomendação é mais explícita: "[A.R.R.]: E eu até acho que (...) no software deve-se colocar (...) um mapa da região correspondente. (...) E dizer onde é a região realmente. E colocar um mapa do local, do município correspondente. Por que onde isso fica localizado, por exemplo dentro do nosso Estado. A minha sugestão, é que na reorganização do Carbópolis, se vocês forem fazer isto, que vocês perguntem, trabalhem com o pessoal de outras áreas, da história, da geografia, da biologia, repassem este roteiro e coloquem cada um deles para ver que tipo de opinião eles podem dar. (...) Que tipo de história é importante àquela região da história do Rio Grande do Sul".

Novamente, aparece a questão interdisciplinar, mas dessa vez se quer que ela seja tematizada através de problemas reais, particulares, exemplares e de relevância para uma certa comunidade, no caso, a gaúcha. Na introdução, citamos que Carbópolis é o primeiro produto de um projeto. Esse projeto contou e conta com a participação de uma equipe de colaboradores de diversos saberes, incluindo aqueles que comenta o professor, como a geografia (Gonçalves, Eichler, Del Pino, 2002 e 2003). O tema geral do projeto é os meios de produção de energia elétrica e seus impactos ambientais e sociais. Atualmente, estamos desenvolvendo outros produtos desse projeto, que foi por vezes freado por motivos que abordamos em outro lugar (Eichler e Del Pino, 2001).

Entretanto, lidar com a realidade dos temas que são abordados, conforme sugere o professor, envolve outras variantes que dificultariam ou mesmo tornariam impossíveis a modelagem de uma simulação com o objetivo educacional. O problema que Carbópolis aborda foi adaptado de uma situação que ocorre no estado do Rio Grande do Sul (Fiedler e Solari, 1991; Fiedler, Martins e Solari, 1990). Mas isso não se fala no software e nem poderia se falar. Um dos motivos, não se quis – e nem poderia ser assim com os financiamentos públicos que foram concedidos para o desenvolvimento do projeto – particularizar o tema com os problemas de uma ou outra região do Brasil com a produção de energia elétrica. Se fosse assim, qual seria o interesse de um aluno, por exemplo, de Pernambuco, do Espírito Santo ou de São Paulo¹³ em usar esse software? A esse motivo se relaciona um outro, que é o de orientação pedagógica.

¹³ Citamos alguns estados de onde já recebemos e-mails de professores que utilizam o software com seus alunos.

No campo da informática educativa, a estratégia pedagógica de pequenos projetos de investigação (Fagundes, Sato e Maçada, 1999) praticamente aparece como uma solução viável para o ensino fundamental. No entanto, entendemos que quando os conceitos são muito formalizados, abstratos ou complexos, são recomendáveis estratégias de solução de problemas e simulações antecedendo o desenvolvimento dos projetos. Dessa forma, compreendemos que o complemento ideal da utilização do software é o estudo da realidade de que nos fala o professor A.R.R., sendo a estratégia recomendada para esse estudo o desenvolvimento de um pequeno projeto de investigação.

No caminho das estratégias pedagógicas de solução de problemas ou de projetos de investigação é que procuramos desenvolver um amplo hipertexto para o que chamamos de *Biblioteca de Carbópolis*. A envergadura desse hipertexto é reconhecida pelos professores, por exemplo: “[M.F.]: Eu acho que tem um material riquíssimo de pesquisa. Para os professores, eles acham ótimo. A opinião deles é que tu podes montar até uma aula com esse assunto e indo para o Carbópolis”. Outra professora faz consideração semelhante, “[C.S.]: Está muito bem detalhado. Até aquela parte da biblioteca, (...), pode usar ela não só na hora em que está trabalhando com o programa, mas para conhecimento, quando tu queres preparar uma aula sobre chuva ácida. Ali tem muito recurso”. Justamente são esses recursos que chamam à atenção a possível intervenção do professor, “[A.R.]: Ela é complexa, porque ela aprofunda. (...) Então aí entra a parte do professor, do conhecimento do professor. A biblioteca não vai se resolver por si só para um aluno. Um aluno lendo aquilo lá, aquelas informações, ele tem as informações, mas acontece que elas estão distantes da realidade dele, da realidade visível, concreta. Mas pode ser perfeitamente relacionada com o que ele está experimentando na sala de aula e com o laboratório de ciências, que apesar de o que nós fazemos lá no laboratório de ciências não seja visualmente igual àquele equipamento ligado ao computador que mostra na foto¹⁴, o princípio químico está lá”.

A ferramenta de hipertexto envolve uma leitura que possui características diferentes daquela dos livros. O encadeamento dos tópicos abordados não é linear, como no livro. Na concepção do hipertexto seguimos o princípio da informação necessária e redundante. Ou seja, as informações principais para a solução do problema são apresentadas em mais de um tópico e de maneiras diferentes. Isso foi feito para que o usuário, através de seus diversos possíveis projetos de leitura, pudesse se deparar com as informações necessárias para resolver o problema apresentado no software.

Não importa o suporte, papel ou digital, a leitura é um motivo de polêmica. Portanto, talvez seja o hipertexto a parte do programa de menor atratividade para o aluno. Possivelmente, porque ele não tem o hábito da leitura linear, quanto menos hipertextual. Seus hábitos com os computadores podem ser outros, por exemplo, usar a Internet para jogos ou para fazer leituras superficiais para trabalhos escolares, em que busca figuras, recorta e cola textos. Uma das professoras assim avalia: “[M.F.]: Eles não vão muito na biblioteca. Eles não querem passar por aquilo ali. Eles querem é ver. Ver como é que funciona o programa e mexer. (...). Isso é uma coisa, assim, que eu noto que aluno do ensino médio não faz. Ele não vai tentar resolver o problema. Ele dá uma passeada pelo programa. O que eles chegam a conclusão é, assim, onde está mais poluído. Porque? Isso eles vêem, assim, “bom, tem a questão dos ventos...”, pegam pelas entrevistas. (...). Então eles olham na região, onde fica, perto do que. Fazem muito mais pelo mapa. (...) Vão pegando então as entrevistas, eles vão localizando [no mapa] as entrevistas e aí, pelo lugar, pelos ventos eles vêem: “bom, qual é o problema?”. Mas sem fazer essa parte aqui de relatório e de análise. (...) Eu acho que é uma questão de uma cultura da informática, que é com os jogos. (...) Onde entra no hipertexto é como se eles pegassem um livro, que é a mesma resistência que eles têm quando vão à biblioteca. Aí é aquela coisa: “eu faço em casa”, “deixo para depois”. Parece que ali não é o ambiente para fazer isso. E na informática eu vejo exatamente isso. Raramente eu vejo um aluno ali no hipertexto para fazer pesquisa”.

A professora nos fala que o aluno passeia pelo programa e pelo hipertexto e, justamente, por esse passeio que se manifesta a eficácia do princípio da informação redundante na construção dos hipertextos. Como foi possível demonstrar em outro lugar (Eichler, 2000), as próprias figuras que são incluídas nos hipertextos servem como sinalizadoras da atenção do aluno menos paciente, que tende a ficar mais tempo nos tópicos do hipertexto que apresentam figuras, e podem ajudá-lo a elaborar o conhecimento necessário para a solução do problema.

Entretanto, a crítica a leitura não é uma situação geral. A professora que trabalhou o software com jovens e adultos trabalhadores nos diz o contrário: “[C.S.]: Eles ficavam muito tempo lendo aquilo ali e isso atrasava, porque eles gostam de ler, são muito detalhistas. Então eles ficavam lendo tudo que tinha, passavam para outro, voltavam e daí perdía muito tempo. Por isso que talvez eu não tenha acabado [de desenvolver a atividade com os alunos]”.

Os apontamentos que os professores fazem em relação aos textos envolvem, ainda, a questão da linguagem, que alguns consideram inadequada para jovens com nível de escolaridade básica. Vejamos algumas opiniões: “[C.S.]: A linguagem é talvez (...), algumas coisas estão num nível muito alto, assim, bem elevado. É que há coisas que eles não entendiam. Muito técnico. (...) Eles me chamavam,

¹⁴ Ver nota 7.

para explicar (...). A linguagem poderia ser um pouco mais acessível". "[A.T.]: Eu dei uma olhada no programa e eu achei que ele seria mais apropriado para o nível de segundo grau. Porque as explicações que ele dá sobre os poluentes, as reações químicas, são de um nível mais avançado. Então por isso que eu selecionei os alunos mais interessados. E alguma coisa eu complementei, expliquei, alguma coisa que eles não tinham visto. Porque a gente não aprofunda tanto, no primeiro grau. (...) Eles chegaram a ver reações químicas. Eu falei inclusive das reações do enxofre, do nitrogênio, mas não tão aprofundadamente. Da parte de química da 8ª série eu entro em reações químicas e como nós estamos num nível de 1º grau, a gente estimula muito a questão do cotidiano".

Porém, a própria visão do que é adequado para o ensino médio é matizada e variável nas opiniões dos professores. Há quem se posicione criticamente em relação aos conteúdos selecionados para o hipertexto, "[A.R.R.]: O Carbópolis precisa ter algumas noções mais adequadas ao ensino médio. Precisa estar um pouquinho mais dentro dessa realidade. Até com alguns termos que não sejam tão técnicos. A linguagem pode ser menos técnica para o aluno de ensino médio. (...). Tem muitos conhecimentos, ele está cheio de informações e a gente sabe do ensino médio ou do ensino fundamental, o aluno não gosta de ler. E ali tem que ler bastante, tu tens que passar em cima da máquina lendo. É um software que tem que ler bastante. Tu precisa pesquisar muito. (...) E os textos, como eu disse, serem mais curtos. Diminuir, não a quantidade de conhecimento essencial, mas muitas vezes as palavras. Reelaborar os textos".

Novamente, o formato hipertextual deve ser comentado. Um hipertexto é produzido com a intenção de possibilitar diferentes percursos de leitura. Não se escreve um hipertexto para ser lido integralmente. Dessa forma, há uma superposição de tópicos na Biblioteca de Carbópolis. Alguns tópicos abordam os mesmos assuntos, sendo alguns mais resumidos e outros mais extensos. O leitor se apropria do que lhe parece mais significativo. Em outro lugar (Eichler, 2000) foi possível mostrar que, apesar da linguagem técnica presente em muitos tópicos do hipertexto, os alunos conseguem criar seus próprios projetos de leitura, elaborar hipóteses e resolver o problema proposto no software.

Parece evidente que o aluno que tem dificuldades com a leitura e com a linguagem, tenha dificuldades com a escrita. Isso é expresso nas entrevistas dos professores: "[M.F.]: Eles não fazem (...) essa parte aqui [o relatório], eles não fazem, os meus pelo menos. Quando eu peço para eles fazerem (...) é uma coisa assim meio obrigatória: "Olha, tem um bloco de notas, vocês podem (...)". Então se eu peço para eles tentarem me dar uma análise de pelo menos uma das localidades. (...) eles levam papel e escrevem ali do lado. Não usam o bloco de notas. (...) Na minha

experiência não é uma questão de ser mais fácil, é uma questão de cultura. Nós temos a cultura de anotar no papel, ou pelo menos o que tu julgas mais prático na tua experiência. Na escola, o que a gente aprende é pegar um lápis ou uma caneta para rabiscar. Mesmo que aquilo ali não tenha um significado muito grande. A gente vai anotando alguma coisinha, é mais fácil. Não é só no Carbópolis, em outros tipos de programas que oferecem outros ambientes, que oferecem outros tipos de recursos, as pessoas não costumam utilizá-los".

Na situação de aprendizagem em que o software foi avaliado (Eichler, 2000; Eichler e Fagundes, 2001), os usuários não tinham um tempo pré-determinado para chegar ao final do software. Por exemplo, não havia o limite de dois períodos escolares para ele ser utilizado. Dessa forma, os usuários utilizavam as ferramentas de leitura e escrita conforme tomassem consciência da necessidade de sua utilização. Como é possível depreender das percepções dos professores, a utilização do software envolve uma ação de transposição didática. Se o professor escolhe trabalhar com esse programa em suas aulas, ele deve tomar decisões sobre a forma de utilizá-lo, se ele será mais ou menos diretivo na condução da atividade, se ele exigirá mais ou menos leitura e escrita por parte do aluno. Isso já foi apontado antes, neste artigo. Repetimos, pois entendemos ser necessário enfatizar que a prática docente é um exercício contínuo de transposição didática para aquela realidade de escola com a qual o professor lida no momento.

Por fim, há uma consideração por parte dos professores que enaltece uma das proposições iniciais de nosso projeto. Com a palavra, os professores: "[M.F.]: Ele é free. Então isso abre possibilidade para as escolas, qualquer escola, mesmo que não tenha recursos para comprar programas, de poder trabalhar com isto". Como manifesta outro professor, esse é um dos critérios que pode ser utilizado para fazer buscas na Internet: "[A.R.]: Eu coloco, por exemplo, "programa e química", duas palavras-chave. Ou então, "software" e uma palavra que eu adoro escrever é "grátis"! Porque a nossa realidade é muito restrita em termos econômicos. Tu não podes colocar um software que seja de 50 reais ou 29 reais por micro, que algumas escolas não terão condições de comprar. Só se for um software excepcional. Então nós procuramos por softwares gratuitos que têm atendido bastante bem as nossas necessidades de trabalho".

4. CONCLUSÕES

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 sitiado numa universidade pública. É possível pensar que, por essas razões, em nossos materiais didáticos trabalhamos com temas 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 essa diversidade se espalha pelas circunstâncias educacionais de utilização de *Carbópolis*, por exemplo: desde a formação inicial e continuada de professores até ao Programa de Ensino Médio de Jovens e Adultos Trabalhadores; e desde a reflexão do professor sobre suas necessidades de formação para analisar e utilizar softwares educativos até sua efetiva utilização numa proposta pedagógica disciplinar, ou em outra interdisciplinar. Justamente por isso, aproveitamos o contexto de avaliação da usabilidade do software *Carbópolis* para questionar o professor sobre temas mais amplos: educação científica, informática educativa, educação ambiental e formação de professores. O resultado das questões desses temas permitiu evidenciar que o uso do software educativo não se encontra no vácuo. Pelo contrário, tal uso faz parte da proposta curricular do professor, que engloba suas compreensões sobre, por exemplo, a ação docente e sobre a aprendizagem em ciências.

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, possuam tempo para estruturar atividades experimentais que sejam significativas para seus alunos e que a escola viabilize a devida infraestrutura para a manutenção dessas atividades. Sem dúvida, a realidade é a mesma com os laboratórios de informática.

Na seção anterior, foi possível evidenciar exemplos de como a infraestrutura da escola é importante para possibilitar o adequado uso do laboratório de informática. Porém, isso não é suficiente, uma vez que a formação do professor e a disponibilidade de materiais didáticos compatíveis com a proposta curricular do professor são outros fatores a serem considerados na apropriação das novas tecnologias.

Em relação à continuidade desse nosso trabalho, podemos dizer que esta pesquisa 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.

Consideramos também de fundamental importância as análises e reflexões que se efetivarão a partir da leitura das informações e discussões apresentadas neste artigo, uma vez que estamos mostrando "o que se pode fazer com o que se fez". Em outras palavras, produzimos softwares educativos e o disponibilizamos para as escolas, porém: como eles são usados nessa instância educativa?

Neste artigo os professores nos indicaram algumas interessantes possibilidades. Por isso, temos um sentimento que estamos alcançando nosso propósito, ou seja, propiciar ao professor atuante nos diferentes níveis

de escolaridade a apropriação de estratégias pedagógicas que utilizem as novas tecnologias da comunicação e da informação na área de educação em ciências.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bogdan, R.C. & Biklen, S.K. (1994). *Investigação qualitativa em educação, uma introdução à teoria e aos métodos*. Portugal: Porto Editora.
- Borges, R.M.R. (1996). *Em debate: cientificidade e educação em ciências*. Porto Alegre: CECIRS-SERS.
- Cardoso, A.A. & Franco, A. (2002). Algumas reações do enxofre de importância ambiental. *Química Nova na Escola*, 15: 39-41.
- Carraher, D.W. (1990). O que esperamos do software educacional?. *Acesso*, 2 (3): 32-36.
- Carraher, D.W. (1992). O papel do computador na aprendizagem. *Acesso*, 3 (5): 19-21.
- Coburn, D. (1988). *Informática na Educação*. São Paulo. Livros Técnicos e Científicos.
- Corazza, S.M. (1992). *Tema gerador: concepções e práticas*. Ijuí: Unijuí.
- Eichler, M.L. (2000). *Um estudo sobre a microgênese da explicação de um problema ambiental*. Dissertação de Mestrado em Psicologia do Desenvolvimento, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Eichler, M.L. & Del Pino, J.C. (1997). Modelagem e implementação de software educativo: estudando Carbópolis. *Tecnológica*, 1 (1): 113.
- Eichler, M.L. & Del Pino, J.C. (1998). Carbópolis: meio ambiente, resolução de problemas e software educacional. *Actas IV Congresso Ibero-Americano de Informática na Educação*.
- Eichler, M.L. & Del Pino, J.C. (2000a). Carbópolis, um software para educação química. *Química Nova na Escola*, 11: 10-12.
- Eichler, M.L. & Del Pino, J.C. (2000b). Computadores em educação química: estrutura atômica e tabela periódica. *Química Nova*, 23 (6): 835-840.
- Eichler, M.L. & Del Pino, J.C. (2001). Algumas reflexões sobre o desenvolvimento de um projeto de informática educativa, em época de ajuste fiscal. *Tecnologia Educacional*, 30: 57-69.
- Eichler, M.L. & Del Pino, J.C. (2002). Carbópolis, um software para a educação ambiental. Em: S. Ferreira (Org.). *Jornada de Verão 2002: conhecendo e discutindo a rede municipal de ensino* (pp. 42-53). Porto Alegre: SMED.
- Eichler, M.L.; Fagundes, L.C. (2001). A microgênese da explicação de um problema ambiental: os casos Paulo e Piter. *Psicologia: Reflexão e 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), [Revista eletrônica; www.cinted.ufrgs.br/renote].

- Eichler, M.L.; Gonçalves, M.R.; Silva, F.O.M.; Junges, F. & Del Pino, J.C. (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.
- Fiedler, H. & Solari, J.A. (1991). Concentração de metais em aerossóis atmosféricos. *Ambiente*, 5, (1), 26-32.
- Fiedler, H.; Martins, A.F. & Solari, J.A. (1990). Meio ambiente e complexos carboeléticos: o caso Candiota. *Ciência Hoje*, 68, (12), 38-45.
- Fonseca, M.R.M. (2001). *Completamente Química: química geral/físico-química/química orgânica. Ciências, Tecnologia & Sociedade*. São Paulo: FTD.
- Freire, P. (1996). *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra.
- Gonçalves, M.R.; Eichler, M.L. & Del Pino, J.C. (2002). Elaboração de mapas para o desenvolvimento de ambientes virtuais de aprendizagem para a educação científica. *Boletim Gaúcho de Geografia*, 28 (1), 95-109.
- Gonçalves, M.R.; Eichler, M.L. & Del Pino, J.C. (2003). Modelagem de um sistema elétrico para o ambiente virtual de aprendizagem *Energos*. *GeoNotas* (Maringá - PR), 7 (2). [periódico eletrônico, em www.geonotas.uem.br].
- Hodson, D. (1994). Investigación y experiencias didácticas: hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (3): 299-313.
- Loguercio, R.Q., Samrslá, V.E.E. & Del Pino, J.C. (2001a). A dinâmica de analisar livros didáticos com professores de química. *Química Nova*, 24 (4): 557-562.
- Loguercio, R.Q.; Samrslá, V.E.E. & Del Pino, J.C. (2001b). Uma leitura de livros didáticos de química. *Espaços na Escola*, 40: 53-68.
- Lollini, P. (1991). *Didática e computadores – quando e como a informática na escola*. São Paulo. Edições Loyola.
- Lopes, A.R.C., (1992). Livros didáticos: obstáculos ao aprendizado da química. *6º Encontro Nacional de Ensino de Química. Sociedade Brasileira de Química*. São Paulo.
- Maldaner, O.A. (1999). O professor-pesquisador: uma nova compreensão do trabalho docente. *Espaços da Escola*, 31: 5-14.
- Maldaner, O.A. (2000). *A formação inicial e continuada de professores de química – professores/pesquisadores*. Ijuí: Unijuí.
- Marcondes, M.E.R. et al. (1995). *Interações e transformações I. Elaborando conceitos sobre transformações químicas*. São Paulo: EDUSP.
- Neves, I.C.B.; Souza, J.V.; Schäffer, N.O.; Guedes, P.L. & Klüsener, R. (1998). *Ler e escrever: compromisso de todas as áreas*. Porto Alegre: Ed. da Universidade/UFRGS.
- Peruzzo, F.M. e Canto, E.L. (1998). *Química na abordagem do cotidiano*. Vol. 1, 2, 3. 2ª Ed. São Paulo: Moderna.
- Praia, J. e Cachapuz, F. (1994). Un análisis de las concepciones acerca de la naturaleza del conocimiento científico de los profesores portugueses de la enseñanza secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (3): 350-354.
- Rosito, B.A. (2000). *O ensino de ciências e a experimentação*. In: Moraes, R. *Construtivismo e ensino de ciências – reflexões epistemológicas e metodológicas*. Porto Alegre. EDIPUCRS.
- Russel, J. B. (1994). *Química Geral*. São Paulo: Makron Books.
- Schnetzler, R.P. (1981). Um estudo sobre o tratamento do conhecimento químico em livros didáticos brasileiros dirigidos ao ensino secundário de química de 1875 a 1978. *Química Nova*, 4 (1): 6-16.
- Schön, D.A. (2000). *Educando o profissional reflexivo – um novo design para o ensino e a aprendizagem*. Porto Alegre: Artes Médicas Sul.
- Squires, D e McDougall & A. (1994). *Choosing and using educational software: a teacher's guide*. London: The Falmer Press.
- Tauk-Tornisielo, S.M.; Gobbi, N. & Fowler, H.G. (1995). *Análise ambiental: uma visão multidisciplinar*. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista.
- Zucolotto, A.; Santos, F.; Guterres, J.; Loguercio R. & Del Pino, J.C. (2003). Do nome das coisas à disciplina dos termos: o que sabemos? *Integração: Ensino, Pesquisa e Extensão* (São Paulo). [submetido à publicação].