UMA EXPERIÊNCIA DE ENSINO INTEGRADO DOS FUNDAMENTOS MATEMÁTICOS DA CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO[1]

Graçaliz Pereira Dimuro[2]
Antônio Carlos da Rocha Costa
Francisco de Paula Marques Rodrigues

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo relatar os resultados preliminares de uma experiência de integração curricular, em andamento na Escola de Informática da UCPel, na área de fundamentos matemáticos da Ciência da Computação. A concepção curricular da experiência está baseada nas idéias de Basil Bernstein sobre currículos de coleção e/ou integração, na idéia de desenvolvimento autônomo do aluno e na organização do ensino em forma semi-presencial (com apoio da Internet) e cooperativa (com apoio de softwares matemáticos).

Palavras-Chave: integração curricular, material didático interativo, ensino baseado na Web, ensino integrado de fundamentos matemáticos da ciência computação, software matemático

ABSTRACT

This work reports preliminary results from an experiment in curriculum integration. The experiment is going on at the Escola de Informática da UCPel, in the area of the mathematical foundations of Computer Science. The curricular basis of the experiment are the ideas of Basil Bernstein concerning collection and/or integration curricula, the idea of autonomous development of the student and the organization of the learning process in courses that are half-time attending (with Internet support) and group collaboration oriented (with the help of a mathematical computer system).

Keywords: curriculum integration, interactive didactic material, Web based teaching, integrated teaching of mathematical foundations of computation, mathematical software

1 Introdução

Este trabalho relata os resultados preliminares do projeto ENSINET/UCPel - ENSino Integrado dos Fundamentos Matemáticos da Ciência da Computação via InterNET, que está em andamento na UCPel desde o mês de agosto de 1998.

O Projeto visa levar a cabo uma experiência piloto de integração curricular, na área dos fundamentos matemáticos da Ciência da Computação, valendo-se de recursos tecnológicos como a Internet e materiais didáticos interativos desenvolvidos sobre softwares matemáticos de computação algébrica e simbólica (no caso, o Maple – http://www.maplesoft.com).

---

[1] Financiamento FAPERGS e CNPq

[2] Escola de Informática, Univ. Católica de Pelotas. R. Félix da Cunha 412, 96010-000, Pelotas, RS.
E-mail: {liz,rocha,damasio}@atlas.ucpel.tche.br

Resumidamente, a concepção pedagógica da experiência está baseada na possibilidade de transformar as coleções de disciplinas (coleções isoladas) em um currículo de integração (coleções integradas). Seu objetivo, em sintonia com o Projeto Pedagógico da Escola (Escola de Informática da Universidade Católica de Pelotas [ESIN/UCPel],1996), pode ser descrito como uma tentativa de agrupar gradativamente as coleções isoladas, existentes ainda hoje na Escola de Informática da UCPel.

O Projeto se restringe à área dos fundamentos matemáticos da computação para permitir uma melhor operacionalização do mesmo neste momento. O andamento da experiência é cadenciado por uma metodologia de integração curricular, que também está sendo proposta no Projeto.

Na seção 2 do presente artigo, introduz-se a perspetiva que orienta as concepções pedagógicas adotadas no Projeto e, na seção 3, apresenta-se o conceito de ensino integrado, tal como compreendido desde essa perspectiva. O problema central enfocado no Projeto - a integração curricular - é discutido na seção 4 e a metodologia que o Projeto está propondo, para o encaminhamento de uma solução para esse problema, é apresentada na seção 5. A seguir, analisa-se o papel desempenhado por dois dos principais recursos tecnológicos utilizados no Projeto, o software Maple e os materiais didáticos interativos (seção 6). Na seção 7, analisa-se o importante papel desempenhado pelos alunos-tutores. O papel da Internet é analisado na seção 8. Na seção 9 apresenta-se o procedimento inicial de avaliação dos resultados do Projeto, que se pensa aplicar, bem como os resultados preliminares que puderam ser observados até agora. Na seção 10 está a Conclusão do trabalho. As referências bibliográficas encontram-se na seção 11.

2 A Concepção Pedagógica do Projeto ENSINET

Neste projeto, adota-se a perspectiva assumida no Projeto Pedagógico da Escola de Informática da UCPel (ESIN/UCPel, 1996; Rodrigues, F. P. M., 1995; Rodrigues, F. P. M., 1998a; Rodrigues, F. P. M., 1998b), tendo por base o ponto de vista dos *currículos de integração*, proposto por Basil Bernstein (1986).

Os currículos de Ciência da Computação e de Sistemas de Informação (Análise de Sistemas) da ESIN/UCPel estão organizados de forma temática em *coleções* de disciplinas (por exemplo, disciplinas de Matemática, disciplinas de Programação, disciplinas de Software Básico e Arquitetura de Computadores, etc.). Constata-se que o ensino dessas disciplinas não enfatiza adequadamente a *integração necessária* de suas diferentes atividades, nem a *integração possível* entre atividades de ensino, pesquisa e extensão. Assim, diz-se que essa forma de organização curricular está baseada em *coleções isoladas*, em oposição a uma organização mais adequada em termos de *coleções integradas*.

Sabe-se que a carência de integração curricular não é particularidade da área da Informática e da Ciência da Computação, nem muito menos particularidade da instituição em questão. Ao contrário, é uma característica generalizada do ensino em nível de graduação, no Brasil e mesmo no exterior, cujas origens são complexas e diversificadas, mas que não apresenta razões sólidas para sua continuidade atual.

O Projeto Pedagógico da ESIN/UCPel (1996) propõe, então, um esforço dos professores, alunos e funcionários, na busca da integração curricular. O Projeto ENSINET coloca-se como mais uma etapa dessa busca. Espera-se que o eventual sucesso de um esforço de integração curricular entre algumas coleções específicas da

área de fundamentação matemática da computação, possa servir de motivador para esforços semelhantes em outras coleções do currículo da Escola.

3 O Conceito de Ensino Integrado

Por *ensino integrado* de disciplinas de um dado conjunto de coleções, entende-se o seguinte - tomando por base a fundamentação teórica exposta por F. P. M. Rodrigues (1998a) e ESIN/UCPel (1996):

(i) a articulação crescente das diversas disciplinas das diferentes coleções, de modo a dar às atividades curriculares uma continuidade epistemológica bem evidenciada;

(ii) o envolvimento crescente dos alunos na definição e condução dos seus estudos e pesquisas, realizados no contexto científico e pedagógico de cada coleção;

(iii) a caracterização crescente da atividade de ensino-aprendizagem como atividade de pesquisa por parte dos estudantes.

4 O Problema Central

O problema central enfocado pelo Projeto ENSINET é o de contribuir para a evolução dos atuais currículos da Escola de Informática da UCPel, do estado de currículos de coleções isoladas em que se encontram, para o estado de currículos de coleções integradas. Em particular, centrar-se na questão da integração da parte curricular envolvendo o ensino dos fundamentos matemáticos da computação.

Trata-se, assim, de concretizar um primeiro esforço formal de integração entre duas coleções: a coleção de Matemática e Fundamentos Teóricos e a coleção de Algoritmos e Linguagens de Programação, no contexto curricular global.

O trabalho implica não só um esforço de integração intercoleções, mas também um esforço de integração interno a cada uma delas (integração intracoleções). Isso porque, no estado atual da organização curricular, não apenas disciplinas de coleções diferentes encontram-se não integradas, mas também as próprias disciplinas constituintes de cada coleção encontram-se não integradas entre si.

Adicionalmente, coloca-se o problema de compreender os processos cooperativos necessários ao esforço de integração curricular. Em particular, trata-se de propor um conjunto mínimo de formas e mecanismos de interação sociocognitiva capazes de, inicialmente, instrumentalizar a integração pretendida e, posteriormente, possibilitar a continuidade das atividades curriculares integradas (continuidade não só ao longo do tempo, mas também através das fronteiras epistemológicas entre as diversas coleções).

5 Uma Metodologia para o Processo de Integração Curricular

Não se conhece uma metodologia universalmente aceita para se proceder à passagem de um currículo de coleções isoladas para um currículo de coleções integradas. Com base em nossa experiência anterior, o Projeto ENSINET está experimentando um procedimento que diferencia três formas de integração:

(i) integração por meio de referências mútuas entre atividades;

(ii) integração por meio de entrelaçamentos de atividades;

(iii) integração completa de atividades.

Na *integração por meio de referências mútuas*, identificam-se atividades das diversas disciplinas envolvidas no processo, que possam referir-se mutuamente umas às outras durante sua realização. Nesta forma de integração, não se requer dos participantes de uma atividade (professores e alunos) o domínio dos conhecimentos próprios das outras atividades que eles referem, mas apenas a tomada de consciência da existência desses conhecimentos.

Essa forma de integração é própria da integração entre disciplinas com diferentes níveis curriculares, tipicamente entre disciplinas de fundamentação e de aplicação, mas também entre disciplinas de fundamentação, ou de aplicação, que tenham características complementares.

Assim, considerando a integração entre disciplinas de fundamentação e de aplicação, é suficiente, nessa etapa, encontrar exemplos de aplicação de conceitos e métodos das disciplinas de fundamentação nas disciplinas de aplicação e, respectivamente, identificar nas disciplinas de aplicação os conceitos e métodos que fundamentam suas atividades próprias (ver, p.ex., o trabalho realizado por Py (1999)). Entre duas disciplinas de fundamentação, por outro lado, é suficiente reconhecer isomorfismos ou encaixamentos entre estruturas específicas estudadas por elas e, entre duas disciplinas de aplicação, é suficiente caracterizar a complementaridade de ambas do ponto de vista, por exemplo, da construção ou utilização de um sistema.

Na *integração por meio de entrelaçamentos de atividades*, identificam-se atividades das diversas disciplinas que possam servir como instrumentos (atividades-meio) para a consecução de outras atividades (atividades-fim). Nesta etapa, requer-se dos participantes de cada atividade (professores e alunos) um domínio inicial dos conhecimentos próprios das demais disciplinas envolvidas, de modo a permitir a realização do entrelaçamento das mesmas. Tipicamente, essa forma de integração é própria de disciplinas de nível curricular intermediário e avançado, mas também pode ser aplicada entre disciplinas de níveis curriculares iniciais e intermediários.

São exemplos de entrelaçamentos de atividades, toda experiência didática em que uma atividade é proposta envolvendo mais de uma disciplina (de uma mesma ou de diferentes coleções), de modo que cada disciplina se responsabilize pela realização da parte específica que lhe compete (fundamentação conceitual, metodologia, construção, avaliação, etc.) no momento próprio para sua intervenção no processo integrado. Note-se que se diz que as atividades são *entrelaçadas* porque cada uma ocorre em seu tempo, realizada pelo grupo de alunos e professores envolvidos com a disciplina da qual essa atividade é própria. Note-se também que, de cada grupo de alunos e professores de cada disciplina, só se requer o conhecimento suficiente para possibilitar o interfaceamento de suas atividades próprias com as atividades dos outros grupos de alunos e professores das outras disciplinas.

A *integração completa de atividades* ocorre quando alunos e professores de cada coleção não estão mais restritos a atuarem conforme os limites dos conhecimentos específicos das respectivas coleções, mas sim são capazes de ultrapassar essas fronteiras. Portanto, nessa forma de integração, requer-se de cada um dos participantes (professores e alunos) o domínio dos conhecimentos próprios de todas as coleções cuja integração se pretende realizar.

Nessa situação, evidencia-se que divisão dos alunos e professores em grupos, por disciplinas e coleções, é uma divisão que se encontra superada, e a divisão de pessoas em grupos é feita exclusivamente pela conveniência operacional do trabalho

proposto, já que todos devem dominar igualmente todos os conhecimentos envolvidos no mesmo.

Por sua natureza, a integração completa de atividades é uma forma de integração que é própria das disciplinas mais avançadas do currículo e a realização de referências mútuas e de entrelaçamento de atividades das diferentes coleções pode ser feita, nesse contexto, sem que os alunos estejam limitados por uma formação especializada ou ainda em etapas iniciais.

As formas de integração curricular aplicam-se tanto aos processos de integração intercoleções como aos processos de integração intracoleções. Na verdade, sua realização efetiva implica a simultaneidade desses dois processos de integração.

Deve ser notado que a metodologia de construção de currículos de coleções integradas a partir de currículos de coleções isoladas, apresentada acima, pode vir a ser, por si só (uma vez comprovada sua eficácia pelo eventual sucesso de nossas experiências), uma contribuição interessante à perspectiva pedagógica dos currículos de integração - veja (Hernandez e Ventura, 1998), para uma experiência com finalidade semelhante, porém realizada com outra fundamentação e em outro contexto.

Quanto ao problema de propor um conjunto mínimo de mecanismos sociocognitivos de interação em grupo capazes de garantir a continuidade das atividades integradas, ao longo do tempo e através das fronteiras das coleções, pretende-se valer-se de um referencial teórico de cunho piagetiano para tal. Em particular, a modelagem lógico-operatória dos processos cooperativos (Behar e Costa, 1997; Behar, 1998) permite tratar essas questões com o necessário grau de clareza e precisão e se torna, assim, instrumento essencial para orientar estas investigações.

Note-se, por outro lado, que ainda não está claro para nós como organizar os processo de integração no seu dia-a-dia. Por enquanto, estamos atuando de modo bastante empírico, com cada professor vinculado ao projeto atuando conforme sua própria intuição, discutindo suas idéias com os demais e praticando-as em suas disciplinas conforme um esquema de tentativa e erro.

6 O Papel do Material Didático Interativo e do Software Matemático Maple

O Maple (Heal et al., 1998; Monagan et al., 1998) é um software matemático, baseado em provador de teoremas equacionais, suportando uma linguagem de programação funcional própria e um mecanismo de construção e distribuição de pacotes de procedimentos e funções. É um software largamente utilizado para computação científica, nas áreas da matemática, física, etc. [3]

Entende-se que o Maple tem um duplo papel educacional, instrumento do projeto e objeto de pesquisa.

Do ponto de vista instrumental, o Maple pode ser considerado como um ambiente para o exercício e a exploração computacional dos temas matemáticos clássicos, tratados em disciplinas como Cálculo, Geometria Analítica, Álgebra Linear, etc.

---

[3] Há outros softwares matemáticos semelhantes ao Maple (Mathematica, p.ex.). A escolha pelo Maple deve-se principalmente à sua disponibilidade na UCPel, à experiência do grupo com o uso do mesmo, e à análise prévia realizada junto à FAMAT/PUCRS, que já tem uma experiência de dois anos na utilização do Maple no ensino de disciplinas de matemática e álgebra linear, e com quem temos mantido conversações constantes.

Nesse sentido, o Maple é uma ferramenta central para a integração curricular da coleção de matemática e fundamentos teóricos, porque possibilita aos professores e alunos a realização de um imenso conjunto de práticas educacionais e laboratoriais em um ambiente computacional único.

Diversos resultados já obtidos dentro e fora do Projeto (Oliveira et al., 1998; Py, 1999; Rodrigues, A. R. S., 1998; Silveira, 1998) atestam essa instrumentalidade do Maple, no que concerne a essas disciplinas matemáticas clássicas. Outros resultados do Projeto (Alves et al., 1999; Alves, 1999; Islabão, 1999; Miranda et al., 1999; Miranda, 1999), por seu lado, dão indicações promissoras da possibilidade de uso do Maple no ensino de disciplinas da coleção de Matemática e Fundamentos Teóricos que estão no núcleo matemático mais específico da Informática, como as disciplinas de Matemática Discreta, Lógica Formal, Álgebra Abstrata, etc., em relação às quais os softwares matemáticos como o Maple não tem sido utilizados tão intensamente.

Quanto ao aspecto do Maple como um objeto de pesquisa, enfocamos a possibilidade da utilização cooperativa do mesmo. Observa-se que o Maple (como todos os outros softwares matemáticos importantes) foi concebido para utilização individual, praticamente sem nenhum suporte para uso cooperativo. O reconhecimento dessa deficiência, por parte dos fabricantes, começa a ocorrer e versões recentes do Maple já oferecem a possibilidade de geração automática de páginas HTML, contendo resultados das sessões realizadas, para distribuição na Web. O Projeto pretende, no momento oportuno, considerar mecanismos de interação adicionais, que convém justapor ao Maple, para possibilitar interações sociocognitivas mais ricas.

O Maple também tem sido a principal ferramenta utilizada no Projeto para o desenvolvimento dos materiais didáticos interativos. O principal objetivo do desenvolvimento desses materiais é possibilitar autonomia para o aluno criar suas próprias situações de aprendizagem.

O material didático interativo funciona como um laboratório. Constitui-se de um livro/caderno eletrônico, disponibilizado por disquetes, CD-ROM's e pela Internet, que apresenta o conteúdo da matéria, uma biblioteca de programas contendo procedimentos para solução de exercícios, exemplos e demonstrações de soluções de problemas, aplicações integradas à outras disciplinas, links para sites de interesse, e proposição de exercícios.

A característica fundamental desses materiais é a possibilidade de que cada aluno da disciplina enfocada faça suas próprias anotações, modifique os procedimentos programados para a solução dos exercícios, crie seus próprios exemplos e situações, e implemente novos procedimentos para solucionar os problemas que ele propôs. Ao final de cada seção, o aluno pode salvar todas as modificações realizadas na estrutura básica de seu livro eletrônico, estimulando assim a experimentação e a participação do aluno no formato final da sua versão pessoal do livro eletrônico.

O uso dos materiais didáticos interativos se faz em três momentos diferentes: em aula de laboratório, onde o aluno faz suas anotações no caderno eletrônico, resolve problemas propostos, compara suas soluções com as soluções-padrão obtidas com a utilização do Maple e com as dos demais colegas; em horários de consultoria com os alunos-tutores, onde o procedimento é basicamente o mesmo; e à distância, de modo não presencial, onde realiza trabalhos individuais ou em grupo, com apoio da Internet.

Descrições dos materiais didáticos interativos desenvolvidos pelo Projeto foram resumidas por Alves et al. (1999), Islabão (1999), Miranda et al. (1999), Miranda (1999) e Py (1999).

7 O papel dos alunos-tutores

Ao contrário de um sistema de ensino estritamente não-presencial, que requer suporte ao aluno via Internet ou outra forma de comunicação à distância, para apoiá-lo na utilização dos materiais didáticos envolvidos no ensino, o Projeto propõe um sistema de ensino que pode ser chamado semi-presencial, em que o suporte ao aluno é fornecido tanto pelos professores, através da Internet, como de modo presencial, em horários extra-classe, pelos chamados alunos-tutores.

A própria estrutura básica do material didático interativo é desenvolvida por alunos-tutores, sob a supervisão dos professores (como, p. ex., o trabalho realizado por Miranda et al. (1999)). Os alunos-tutores são selecionados dentre aqueles que já cursaram as disciplinas enfocadas obtendo bom desempenho. Esses alunos passam a fazer parte do Programa de Iniciação Científica PIC/UCPel, muitas vezes recebendo bolsas de iniciação científica (BIC/UCPel) por essa atividade, outras vezes sendo bolsistas voluntários (VIC/UCPel), sem remuneração.

Uma vez selecionados, eles começam a trabalhar sobre um tópico de sua escolha, sob orientação de um professor vinculado ao Projeto. Entre suas atividades estão a produção de material didático interativo sobre o tópico escolhido, ajudar na construção do site da disciplina correspondente e, depois de suficientemente entrosados com os mecanismos do Projeto, começam a atuar na consultoria extra-classe aos alunos e a ajudar o professor nas aulas de laboratório.

Desse modo, o papel dos alunos-tutores é importantíssimo, no Projeto. Por um lado, eles tem uma função operacional: autores iniciais dos livros eletrônicos, eles ajudam na orientação dos alunos das disciplinas para que, ao final do período, cada aluno tenha personalizado seu próprio livro eletrônico a partir da estrutura básica, se tornando assim, um co-autor do seu próprio livro.

Por outro lado, os alunos-tutores tem uma função paradigmática. Eles representam, para os alunos das disciplinas, a situação concreta de que é possível para o estudante ser autor de seu próprio material de estudo e que a transmissão e produção do conhecimento pode ser feita fundamentalmente pelos próprios alunos, com a cooperação dos professores, mas sem a dependência essencial desses últimos.

São inúmeros os exemplos de casos e situações, que tivemos no Projeto, em que a existência e envolvimento dos alunos-tutores foi fundamental para possibilitar essa concretização, aos alunos das disciplinas, do fato de que essa transmissão e produção de conhecimentos está, sem impedimento maiores, "ao alcance deles".

8 O Papel da Internet

Dentro da perspectiva pedagógica adotada, de buscar-se um currículo de coleções integradas que promova a articulação das mais diversas atividades de ensino e pesquisa envolvidas na formação de profissionais da área da Informática e da Ciência da Computação, e seguindo a metodologia de integração proposta, a Internet tem um papel fundamental.

Em um currículo de coleções integradas, há uma ênfase muito forte na promoção da autonomia dos estudantes, no sentido de estimulá-los permanentemente à realização de atividades extra-classe.

Faz parte da proposta de investigação pedagógica adotada, a busca da confirmação de que a melhor forma de organização das disciplinas de um currículo de coleções integradas é a forma *semi-presencial*, em que uma parte pequena da disciplina é ministrada através de interações presenciais entre alunos e professores, e a maior parte é ministrada de modo não-presencial, com apoio da Internet, com interações não só entre alunos e professores, mas também entre alunos e alunos, entre alunos e alunos-tutores, entre estes e os diversos professores das diversas coleções envolvidas e entre os próprios professores de disciplinas diferentes. Um pouco dessa visão pode ser obtida analisando-se o material disponibilizado em nas diversas páginas dos professores, das disciplinas e dos grupos de pesquisa da ESIN/UCPel (veja tabela 1[4]).

Tabela 1: páginas de professores, disciplinas e grupos de pesquisa da ESIN/UCPel

`http://descartes.ucpel.tche.br/`
`http://redes.ucpel.tche.br/ensino/053227.html`
`http://atlas.ucpel.tche.br/~glaucius/`
`http://atlas.ucpel.tche.br/~afreitas`
`http://atlas.ucpel.tche.br/~cac/`

Em nossa análise do papel da Internet no Projeto, temos a seguinte formulação preliminar sobre os recursos mínimos de apoio a interações sociocognitivas que precisam ser utilizados, em cada uma das formas de integração curricular propostas em nossa metodologia:

(i) integração por referências mútuas: sites WWW, disponibilizando informações sobre as atividades das disciplinas e coleções e o material didático interativo na sua estrutura básica;

(ii) integração por entrelaçamento de atividades: sites WWW, disponibilizando informações sobre as atividades já vislumbradas intracoleções e/ou intercoleções, links para sites relacionados, material didático interativo contendo suporte para atividades entrelaçadas, correio eletrônico, fóruns de discussão e IRCs, permitindo a comunicação entre os participantes das diversas atividades envolvidas;

(iii) integração completa de atividades: recursos para trabalho cooperativo (agendamento de tarefas, mecanismos de controle de acesso e de versões de textos desenvolvidos, mecanismos de tomada de decisão, etc.), permitindo a realização de projetos de forma assíncrona e distribuída.

Vê-se que, para dar suporte adequado à integração completa de atividades, é preciso transcender o modelo usual de sistemas de ensino baseados na web (wbt - web based teaching), que normalmente se concentra no suporte à distribuição das informações pelo professor, à realização de testes e exercícios individuais e à interação em grupo, mas não apresenta suporte à cooperação e coordenação das atividades.

---

[4] `http://www.mat.pucrs.br/matweb/` é o site a visitar para analisar a experiência da PUCRS.

Quer dizer, a etapa de integração completa de atividades requer mecanismos que são típicos de sistemas de suporte ao trabalho em grupo (p. ex., ambientes de programação em equipe (Behar e Costa, 1999)). O problema da adaptação desse tipo de recurso às peculiaridades dos ambientes de ensino-aprendizagem integrados (Santoro et al., 1999) é um dos problemas que ainda se pretende enfocar no Projeto.

9 Procedimento de Avaliação do Projeto

Ainda não está claro o procedimento adequado para avaliar os resultados do Projeto. Cada etapa da metodologia de integração vai requerer um levantamento de dados específicos e a montagem de um quadro comparativo próprio.

No momento, os principais itens que devem ser observados parecem ser os seguintes:

(i) grau de integração efetiva demonstrada pelas diferentes atividades curriculares dos professores e alunos das disciplinas da coleção envolvida no Projeto;

(ii) grau de compreensão demonstrado pelos alunos em relação às diferentes articulações entre os conteúdos trabalhados nas diversas disciplinas do currículo;

(iii) grau de envolvimento efetivo dos alunos com as atividades extra-classe e com os alunos-tutores;

(iv) nível de iniciativa própria demonstrado pelos alunos, em particular, uso efetivo dos diferentes recursos disponibilizados pela Internet, em atividades individuais e de grupo;

(v) grau efetivo de utilização dos materiais didáticos interativos, em particular, o grau efetivo de personalização pelo aluno do material básico recebido inicialmente.

Até o momento só pudemos fazer observações muito iniciais sobre alguns dos itens acima:

- o Projeto motivou a aproximação das atividades de ensino e pesquisa dos professores da coleção envolvida, especialmente quanto à orientação dos alunos tutores no desenvolvimento dos materiais didáticos interativos, na construção dos sites das disciplinas, e no desenvolvimento de aplicações envolvendo matérias de matemática e de computação (por ex., Computação Gráfica, Álgebra Linear e Geometria Analítica);
- os alunos dão uma indicação inicial de passarem a considerar as disciplinas de matemática como parte integrante do currículo de Informática, e não como "enxertos" de importância secundária;
- o fato de as disciplinas de matemática e fundamentos teóricos desenvolverem atividades de laboratório parece unificar mais o ambiente de estudo para os alunos, desassociando as idéias matéria teórica = aula expositiva/passiva e matéria "de informática" = atividade prática/dinâmica;
- com o andamento a etapa de referências mútuas, os alunos começam a fornecer indicativos de que estão percebendo a existência de uma continuidade nos conteúdos de disciplinas de uma mesma coleção (por ex., entre as matérias de lógica e álgebra abstrata);
- os alunos parecem estar levando mais a sério os trabalhos extra-classe, compreendendo melhor a importância que podem ter para seu aprendizado e demonstrando maior independência e gosto na realização das mesmas;

- os alunos demonstram muito boa aceitação dos alunos-tutores, procurando a esses para resolver dificuldades básicas que antes não manifestavam aos professores, dando a impressão de que os alunos-tutores suprem uma lacuna;
- observou-se que efetivamente os alunos fazem uso da Internet e das listas de discussão das disciplinas, para: facilitar a comunicação sobre aspectos de organização das disciplinas; facilitar a comunicação entre os alunos e os professores ou alunos-tutores, no que se refere aos conteúdos trabalhados; agilizar a realização de tarefas e trabalhos extra-classe, de forma individual ou em grupo;
- até o momento não houve uma preocupação em observar a personalização efetiva do material didático interativo pelos alunos, mas, observou-se que eles forneceram um grande número de sugestões aos alunos-tutores sobre a estrutura básica do material didático para utilização pelas futuras turmas das disciplinas.

10 Considerações Finais

Com o estabelecimento de um processo de ensino integrado, entendido nos termos apresentados anteriormente, espera-se contribuir de modo decisivo para consolidar a metodologia de integração curricular proposta, que já está em utilização na ESIN/UCPel. Espera-se, com isso, poder estabelecer um contexto científico-educacional em que se faça presente a integração efetiva de diferentes áreas de conhecimentos especializados (no caso deste trabalho, Matemática, Fundamentos Teóricos, Algoritmos e Linguagens de Programação) assim como a integração de atividades de ensino e pesquisa em diferentes níveis de ensino (graduação/pós-graduação) e a integração de atividades internas e externas (extensão) à ESIN/UCPel.

Observa-se que é viável uma proposta pedagógica que coloque no eixo central do currículo as atividades de estudo e pesquisa autonomamente desenvolvidas pelos alunos, e não as atividades de sala de aula. A participação crescente dos alunos no seu próprio processo de aprendizagem e de seus colegas é um fator motivador e gerador de uma consciência da responsabilidade e da capacidade de cada um, e do grupo como um todo, na construção da base do futuro profissional.

Salienta-se a importância da articulação de recursos de software e de comunicação - que, no caso deste trabalho, estão centrados no Maple e na Internet -, visando o suporte ao ensino integrado. Ressalta-se que o desenvolvimento do material educacional interativo visa, não apenas a distribuição dos conteúdos das disciplinas, mas também a promoção da iniciativa e a integração dos alunos, assim como a integração das diversas disciplinas e coleções envolvidas.

Pretende-se ainda, pela divulgação dos resultados preliminares alcançados, estimular a cooperação com outras instituições na área do ensino integrado dos fundamentos matemáticos da Ciência da Computação, com a produção e utilização de recursos educacionais para uso em comum e a realização de atividades educacionais em cooperação.

Também é um objetivo a elaboração de projetos análogos, referentes às demais coleções constituintes dos currículos de Informática e Ciência da Computação, para continuar e expandir o esforço de integração intra- e intercoleções que se faz necessário para modernizar o ensino nessa área.

11 REFERÊNCIAS

Alves, G. V., Miranda, R. M., Dimuro, G. P.; Duarte, G.D., & Costa, A.C.R. (maio de 1999). Ensino integrado dos fundamentos matemáticos da Ciência da Computação. *Revista do CRICTE*, 103-106.

Alves, G. V. (1999). Um provador interativo para a lógica proposicional. In VIII Congresso de Iniciação Científica FURG/UCPEL/UFPEL, *Resumos* (pp.18). Rio Grande: FURG. (Prêmio Jovem Pesquisador - 1º lugar)

Behar, P. A. (1998). *Modelagem lógico-operatória de ambientes computacionais para construção cooperativa de conhecimentos* (Tese de doutoramento). Porto Alegre: CPGCC/UFRGS.

Behar, P. A., & Costa, A. C. R. (1997). Concepts for the logical-operatory modeling of cooperative computational environments. In The Virtual Campus: Trends for Higher Education and Training, *Proceedings.* Madrid: IFIP WG-3.3 and WG-3.6.

Behar, P. A., & Costa, A. C. R. (setembro de 1999). Análise lógico-operatória do ambiente de desenvolvimento cooperativo de programação ENVY/400. *Revista Brasileira de Informática na Educação, 5*, 41-49.

Bernstein, B. (1986). Estrutura do conhecimento educacional. In: A. M. Domingos et al. (Eds.), *A teoria de Bernstein em Sociologia da Educação.* Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

Escola de Informática da Universidade Católica de Pelotas. (1996) *Projeto pedagógico da Escola de Informática* (disponível em http://esin.ucpel.tche.br/index2.html). Pelotas: ESIN/UCPel.

Heal, K. M., Hansen, M. L., & Rickard, K. M.. (1998). *Maple V: Learning guide* (Série Waterloo Maple). New York: Springer: New York.

Hernandez, F., & Ventura, M. (1998). *A organização do currículo por projetos de trabalho* (5ª edição). Porto Alegre: Editora Artes Médicas.

Islabão, M. H. (1999). Utilizando o software Maple no ensino de relações binárias. In VIII Congresso de Iniciação Científica FURG/UCPEL/UFPEL, *Resumos* (pp.60). Rio Grande: FURG.

Miranda, R. M., Dimuro, G. P., & Costa, A. C. R. (1999). *Estruturas algébricas no Maple* (disponível em http://www.ma-ev.com.br). Pelotas: Margens do Arroio Ed. Virtual.

Miranda, R. M. (1999). Ensino de Álgebra Abstrata com o auxílio do software Maple. In VIII Congresso de Iniciação Científica FURG/UCPEL/UFPEL, *Resumos* (pp.59). Rio Grande: FURG. (Prêmio Jovem Pesquisador - 2º lugar)

Monagan, M. B. et al. (1998). *Maple V: Programming guide* (Série Waterloo Maple). New York: Springer.

Oliveira, P. W., Silveira, F. R., & Claudio, D.M. (1998). *Geometria Analítica: Um enfoque computacional.* Porto Alegre: FAMAT/PUCRS.

Py, M. X. (1999). *Álgebra Linear, Geometria Analítica e Computação Gráfica: Uma abordagem integradora de ensino e pesquisa* (trabalho de diplomação, disponível em http://descartes.ucpel.tche.br/disciplinas/alga/). Pelotas: ESIN/UCPel.

Rodrigues, A. R. S. (1998). *Introdução às funções reais : um enfoque computacional.* Rio de Janeiro: Departamento de Métodos Matemáticos da UFRJ.

Rodrigues, F. P. M. (1995). Os cursos de Informática da UCPel. In IV Workshop sobre Educação em Informática e Congresso Ibero-Americano de Educação Superior em Informática, *Anais* (pp. 67-78). Porto Alegre: II/UFRGS.

Rodrigues, F. P. M. (1998a). *Prática do professor no ensino de Informática.* Pelotas: EDUCAT.

Rodrigues, F. P. M. (1998b). Alguns indícios de inovações no ensino de Informática na Universidade Católica de Pelotas. In XVIII Congresso da SBC, *Anais* (pp. 475-490). Belo Horizonte: SBC.

Santoro, F. M., Borges, M. R., & Santos, N. (abril de1999). Um framework para estudos de ambientes de suporte à aprendizagem cooperativa. *Revista Brasileira de Informática na Educação, 4*, 51-68.

Silveira, F. A. R. (1998). *Utilização do Mathematica como ferramenta de apoio ao ensino de Matemática* (Dissertação de Mestrado). Porto Alegre: CPGCC/PUCRS.