

APRENDIZAGEM DE ALGORITMOS: USO DA ESTRATÉGIA ASCENDENTE DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

Gilse Antoninha Morgental Falkembach
Centro Universitário Franciscano
Brasil
gilsemf@terra.com.br

Maria Suzana Marc Amoretti
Universidade Federal do Rio Grande do Sul – PGIE
Brasil
suzana.amoretti@terra.com.br

Liane Rockenbach Tarouco
Universidade Federal do Rio Grande do Sul – PGIE
Brasil
liane@penta.ufrgs.br

Fabrcio Viero
Bolsista CNPq

RESUMO

Este trabalho se refere a uma experiência do uso da Estratégia Ascendente de Resolução de Problemas, em um ambiente de aprendizagem adaptado, criado com os recursos da multimídia interativa, contendo a teoria referente à disciplina de Algoritmos e exemplos com animações que auxiliam na visualização das operações internas durante a execução de um programa. O resultado mostrou que a aprendizagem do conteúdo necessário ao desenvolvimento de um algoritmo foi potencializada, aumentando nos alunos a capacidade de abstrair e formalizar.

Palavras Chaves: Resolução de Problemas, Estratégia Ascendente, Ambiente de Aprendizagem, Ambiente de Aprendizagem Adaptado para Algoritmos

ABSTRACT

This study refers to an experience using the Problem Resolution Ascendant Strategy in an adapted learning environment created with interactive multimedia resources. It contains the theory related to the algorithm subject and examples with animation which help visualize internal operations during a program execution. The result has shown that the content learning necessary to the development of an algorithm was excelled, increasing the capability of abstraction and formalization in these students.

Key words: Problem Resolution, Ascendant Strategy, Learning environment, Adapted learning environment for Algorithms

...e o algoritmo tornou possível o mundo moderno...
David Berlinski

INTRODUÇÃO

Este artigo mostra que o uso da Estratégia Ascendente de Resolução de Problemas, utilizada em um ambiente baseado nos Sistemas Hipermediais de Informação e Comunicação, potencializa a aprendizagem de Algoritmos. Os fatores que determinam o sucesso ou o fracasso na aprendizagem de Algoritmos são muitos, entre eles, as estratégias de ensino utilizadas pelos professores que ministram esse conteúdo e as características individuais de cada aluno que em uma sala de aula tradicional não são observadas.

O aluno é o agente de seu processo de aprendizagem. Segundo [BORD 1996], ninguém pode aprender por ele. Sua aprendizagem está vinculada ao seu nível de motivação, sua maturidade, sua personalidade, seu modo de perceber a realidade e o funcionamento de suas estruturas cognitivas.

Considerando então, que cada aluno tem um potencial perceptivo próprio, que eles têm habilidades diferenciadas, que todos podem aprender mas não aprendem da mesma forma e que as aulas são ministradas como se todos aprendessem da mesma maneira, é importante fornecer aos alunos dos cursos que possuem a disciplina de Algoritmos a possibilidade de cada aluno trabalhar esse conteúdo conforme seu ritmo, de forma individualizada. A utilização de programas de apoio ao ensino de Algoritmos é de grande relevância, pois a utilização de animações e de interações, permite que esse conteúdo seja melhor compreendido. No entanto, os processos cognitivos, utilizados pelos alunos, para resolver um problema e desenvolver um algoritmo não são considerados. Segundo [MATT 2001], os processos cognitivos se referem aos processos psicológicos envolvidos no conhecer, compreender, perceber, aprender, nas formas de pensar e nos tipos de pensamento. A Informática na Educação, agregando as áreas da Educação, Psicologia e Informática, possibilita o uso do computador como uma ferramenta de aprendizagem e baseado nas Ciências Cognitivas foi desenvolvido o ambiente A4, usando a Estratégia Ascendente de Resolução de Problemas para minimizar as dificuldades encontradas na disciplina de Algoritmos, desenvolvida nos primeiros semestres com os alunos da área de Ciências Exatas, que compreende os cursos de Sistemas de Informação, Ciência da Computação, Engenharias, Matemática, Física, e outros.

É muito importante que a primeira disciplina que trabalha com os conceitos básicos de Resolução de Problemas via computador forneça ao aluno subsídios que sustentem abstrações e o formalismo exigido na área computacional. É necessário estabelecer, desde o início do curso, estratégias para organizar as idéias, o raciocínio e a representação simbólica, a fim de que o aluno incorpore esses hábitos e os utilize sempre na resolução de problemas durante o próprio curso e, posteriormente, como profissional. Isso exige um aprendizado eficiente dos procedimentos que são necessários à Resolução de Problemas. Para facilitar é preciso reconhecer: *quais os processos cognitivos envolvidos na Resolução de Problemas? quais os processos cognitivos envolvidos no desenvolvimento de um algoritmo?* Este trabalho foi buscar nas representações e estratégias usadas pelos alunos, ao resolver um problema, subsídios para criar o Ambiente de Aprendizagem Adaptado para Algoritmos para auxiliar na aprendizagem desse conteúdo.

DESENVOLVIMENTO DE ALGORITMOS

Estado da Arte

O processo mental para a aprendizagem de Algoritmos é novo para o aluno que está iniciando na computação e isso representa uma dificuldade, gerando, muitas vezes, resistência ao aprendizado.

Entre as muitas tentativas para resolver essa situação está a proposta de [WAZM 2002] e [SANC 2002], sugerindo o ensino de Algoritmos através da orientação a objetos, acompanhando a evolução das linguagens de programação. Historicamente, se sabe que no início da computação foi criada a linguagem Assembly que permitia desenvolver programas com a utilização de representações simbólicas das instruções de máquina. Depois surgiram as linguagens de alto nível e a programação estruturada. Para acompanhar a complexidade dos problemas, foi criada, mais recentemente, a técnica de orientação a objetos que permite que um programa seja decomposto em unidades chamadas de objetos. Objeto é um tipo de dado criado pelo programador, com operações definidas para atender um propósito, tornando-se

uma entidade lógica que contém dados e a codificação para manipular esses dados. A ligação entre dados e código se chama encapsulamento. Na verdade, um objeto, na programação orientada a objetos funciona como uma variável de um tipo de dado definido pelo programador. Os objetos podem assumir propriedades de outro objeto através do processo chamado herança, que suporta o conceito de classes. Segundo [COX 1999], um programa fonte tradicional é escrito em uma linguagem de programação e executado com os dados de entrada que são alocados na memória RAM e manipulados segundo as instruções do programa, diferente da orientação a objetos em que o encapsulamento do código é que manipula os dados com a sua declaração e armazenamento, não permitindo o acesso de outro código.

Acredita-se que, na verdade, a programação orientada a objetos representa o estado da arte em programação, mas a iniciação à lógica de programação ainda é mais eficiente com a programação estruturada, pois fica mais fácil ao aluno compreender e explicitar as ações que compõem um algoritmo e que, ao serem executadas, levam à solução do problema. Segundo Cássia Perego apud [COEI 2002], a utilização da programação orientada a objetos e da linguagem JAVA para o ensino de programação adotada em várias universidades da América do Norte, da Europa e no Brasil, não tem sido uma solução satisfatória, não mostrou um aprendizado mais eficiente na área. Isso motivou este trabalho e o caminho escolhido, para a solução desse impasse, foi o uso da Estratégia Ascendente para a Resolução de Problemas, subsidiado pelas Ciências Cognitivas, objeto desse estudo.

Ciências Cognitivas

Segundo [ANDL 1998], as Ciências Cognitivas podem ser definidas: "*como o estudo interdisciplinar da aquisição e da utilização do conhecimento*". Segundo o mesmo autor as Ciências Cognitivas têm como objetivo: "*...descrever, explorar e eventualmente simular as principais disposições e capacidades do espírito humano - linguagem, raciocínio, percepção, coordenação motora, planificação (...)*".

O desenvolvimento das Ciências Cognitivas exige o conhecimento de várias áreas, tais como: Inteligência Artificial; Filosofia; Psicologia; Antropologia; Neurociências e Lingüística, consolidado nas pesquisas interdisciplinares que buscam o modelo computacional da mente humana. O desafio de simular computacionalmente os processos mentais humanos uniu esses profissionais que direta ou indiretamente estão envolvidos com o estudo da mente. Essa união interdisciplinar consolidou as Ciências Cognitivas na busca do modelo computacional da mente humana procurando responder à questão: *quais os processos cognitivos envolvidos na resolução de um problema e no desenvolvimento de um algoritmo?* Neste trabalho, inicialmente, através do método de Estudo de Caso, foi buscado: determinar quais as estratégias cognitivas utilizadas pelos alunos na resolução de problemas; e detectar as ações pedagógicas instrucionais empregadas pelos professores para o ensino de Algoritmos. Em um segundo momento, foi utilizada a Estratégia Ascendente para a Resolução de Problemas, em um ambiente de aprendizagem hipermídia, interativo, adaptável às preferências do aluno, a fim de facilitar o processo de aprendizagem de Algoritmos, visando a construção da solução de problemas.

A utilização do computador na Educação, principalmente na forma de ambientes de aprendizagem, vem demonstrando ser um grande auxílio no processo de ensino e aprendizagem [LUCE 1994]. A crescente demanda pelo uso das Tecnologias da Informação e da Comunicação na área do conhecimento fizeram surgir ambientes hipermídia, concebidos como ferramentas para a aprendizagem [CHAI 1999]. Esses ambientes constituem a mais recente tecnologia para a integração e contextualização do saber, sendo, portanto, uma ferramenta poderosa nos processos de construção do conhecimento para a resolução de problemas.

Resolução de Problemas

A palavra "problema" normalmente é associada à Matemática porque a Matemática "vive" de problemas. Essa palavra muitas vezes é empregada de forma equivocada, referindo-se a uma série de exercícios, que necessitam da aplicação rotineira de um procedimento já conhecido. Um verdadeiro problema é definido como uma situação que é nova para o sujeito que vai resolvê-la, enquanto que, exercício é o uso de alguma habilidade e/ou conhecimento matemático já conhecido pelo sujeito. O exercício envolve mera aplicação e o problema, necessariamente, envolve a criação de procedimentos para chegar à solução. Para [HOC 2000], "*problema é a representação que um sistema cognitivo humano ou artificial constrói a partir de uma tarefa, antes mesmo de determinar o procedimento para resolvê-la*". A atividade de resolver um problema envolve a compreensão da tarefa e a estratégia de resolução para essa tarefa a

fim de chegar à solução. É difícil determinar, *a priori*, se uma situação é um problema para um sujeito ou não, pois, o que para uns é um problema, para outros é uma tarefa corriqueira ou um desafio.

Existe uma infinidade de tipos de problemas e eles possuem características em comum. Segundo [GAGN 1971], toda a situação problemática é resolvida por meio do raciocínio, utilizando princípios simples ou complexos. Os princípios são conteúdos do pensamento ou esquemas mentais. De forma simples pode-se dizer que a resolução de problemas se constitui na solução de tarefas para as quais os humanos usam os esquemas mentais para chegar a solução.

Ao resolver um problema, há uma aprendizagem e a capacidade do sujeito se modifica, ou seja, outro esquema mental se cria e é incorporado de tal forma que, quando surgir um problema do mesmo tipo, a resposta é obtida com mais facilidade e o problema deixa de ser um problema, é apenas uma situação a ser resolvida. A resolução de um problema sempre depende de uma experiência prévia, pois para resolver um problema o sujeito precisa fazer uma busca, entre seus esquemas mentais relacionados com situações análogas, já vivenciadas, para ter condições de criar a estratégia que leva à solução do problema.

Estratégia Ascendente para a Resolução de Problemas

Segundo [HOC 2000], a Estratégia Ascendente é um plano de ação que determina que os itens de um conteúdo devem ser abordados passo a passo. À medida que os itens são trabalhados, vão criando internamente representações que são conhecimentos. A esses conhecimentos são agregados outros, por associações e acumulações, a partir dos novos itens trabalhados. A Estratégia Ascendente possibilita ao aluno criar esquemas mentais para as novas situações vivenciadas, exercita a capacidade de raciocínio de forma gradual, passo por passo, em um crescente. Segundo Schanck [apud AMOR 2001], “os esquemas mentais são usados para expressar o conhecimento, para compreender, memorizar, inferir e para representar a organização dos conhecimentos na memória”.

O esquema mental é espontâneo, ou seja, a representação de uma situação já vivida, vem à cabeça, a partir de uma palavra, de uma imagem ou de uma situação similar. Em cada etapa da resolução de um problema e na elaboração de um algoritmo, o aluno faz diversas inferências compreendendo o contexto de cada operação e a Estratégia Ascendente facilita essa interação do aluno com a tarefa a ser executada. A habilidade na resolução de problemas e a performance na programação dependem de certas características do sujeito. Normalmente a estratégia de ensino utilizada pelo professor ao desenvolver o conteúdo de Algoritmos não é igualmente efetiva para todos os alunos. Alguns alunos se beneficiam mais que outros pelas interações entre suas características e a estratégia usada. A Estratégia Ascendente é uma maneira adequada de desenvolver um conteúdo como o de Algoritmos, pois trabalha de forma gradativa e, qualquer que seja o estilo cognitivo do aluno, essa estratégia é apropriada para o aprendizado de procedimentos básicos necessários para o desenvolvimento de um algoritmo. A medida que o aluno aprende um conteúdo cria os esquemas mentais correspondentes e ao ter que resolver um novo problema busca a representação dos procedimentos conhecidos para criar o modelo da solução desse problema.

Etapas para a Resolução de Problemas via Computador

A resolução de problemas sem o auxílio dos recursos tecnológicos leva o aluno a trabalhar de forma tradicional, resolvendo especificamente o problema proposto. A resolução através dos recursos tecnológicos é abrangente e representa a solução, não de um só problema, mas de qualquer problema daquele mesmo tipo. Conseqüentemente, para resolver um problema via computador é preciso abstrair e formalizar a solução utilizando uma representação simbólica que representa uma dificuldade para o aluno. Para facilitar esse processo, é válido seguir os passos propostos por Farrer [FARR 1989], que são: Definição do problema; Análise; Programação; Digitação; Execução e Análise e Documentação dos resultados. Segundo [FALK 1989], é possível representar as etapas graficamente de acordo com o esquema abaixo:

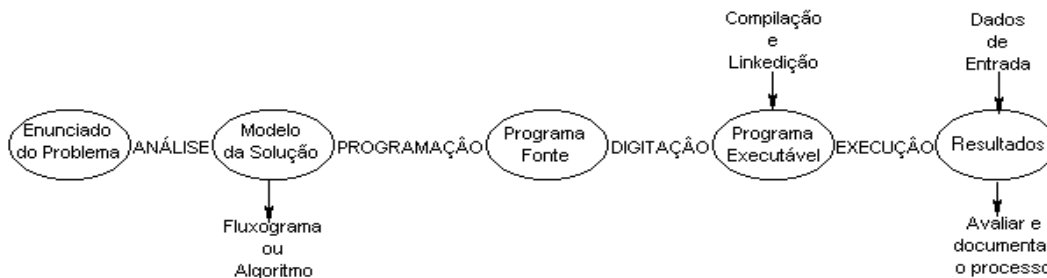


Figura 1. Etapas para a Resolução de Problemas via Computador

A partir da análise do enunciado contido na Definição do problema são obtidas as informações para a construção do modelo que podem ser resumidas, segundo [FALK 1989], nas respostas das três perguntas:

- *Quais os dados do problema?* A resposta inclui os dados de entrada, ou seja, os valores que serão lidos e processados.
- *Qual o resultado esperado?* Identifica os dados de saída.
- *O que é necessário para se obter o resultado?* Representa o que precisa ser feito com os dados de entrada para se chegar ao resultado. São os dados de processamento.

A partir das respostas das perguntas acima, o modelo da solução é construído com uma técnica de modelagem. A técnica mais comum é o algoritmo. Feito o algoritmo, esse facilita o desenvolvimento do programa fonte que será digitado, compilado e posteriormente executado. Porém, para criar um algoritmo o aluno precisa aprender os procedimentos básicos e a proposta é a criação de um ambiente de aprendizagem para potencializar a aquisição desse conhecimento.

AMBIENTE DE APRENDIZAGEM

Levantamento de dados para a modelagem do ambiente

O levantamento de dados para a modelagem do ambiente se constituiu na primeira parte da pesquisa. Nesse levantamento, a unidade-caso, foi formada por um grupo de alunos do curso de Sistemas de Informação, do Centro Universitário Franciscano, Santa Maria-RS, cursando o 3º ou 4º semestre e por professores de Algoritmos. Os alunos já tinham cursado a disciplina de Algoritmos e foram escolhidos pelas notas obtidas, a partir de uma classificação prévia.

A coleta de dados foi feita utilizando as técnicas da observação e da entrevista. Com os professores, foi utilizada a entrevista focalizada que é informal, mas trata de um único tema. Com os alunos foi utilizada a entrevista por pautas, em que as questões pré-estabelecidas foram problemas, com grau de dificuldade variado e com o objetivo de explorar a experiência vivenciada pelo aluno na resolução de problemas, através da construção de algoritmos. As entrevistas, tanto dos professores como dos alunos, foram gravadas e foram feitas anotações do que foi observado.

A partir das entrevistas, foi concluído que os professores não possuem um método de ensino com uma estratégia definida de Resolução de Problemas. Foi observado que não existe a preocupação com a formalização e que a teoria é mostrada a partir de exemplos de algoritmos. A maioria dos professores utiliza o método indutivo, sem contudo usar a Estratégia Ascendente. Todos procuram, é lógico, fazer com que o aluno supere as dificuldades no aprendizado de Algoritmos, mas não está explícita uma metodologia para conseguir isso. Nenhum dos professores entrevistados mostrou preocupação formal de ensinar os procedimentos básicos necessários para solucionar tarefas elementares que, usadas em conjunto, solucionam problemas mais complexos. Assim como, na Matemática básica, primeiro é preciso

ensinar as 4 operações, para depois trabalhar com expressões mais complexas, no aprendizado de Algoritmos é preciso que os alunos dominem os procedimentos básicos, para que, a partir de uma análise do problema e de um planejamento adequado, saibam quais os procedimentos que devem ser usados para solucionar o problema em questão. Segundo [AMOR 2000], é preciso que os alunos criem esquemas mentais relacionados aos procedimentos básicos para posteriormente usá-los na resolução de problemas mais difíceis. Nenhum professor enfatizou a análise do enunciado, ou seja, a compreensão da tarefa a ser executada, que segundo [HOC 2000], é a fase de maior importância para a resolução de um problema, pois é através da interpretação do problema que os alunos conseguem abstrair.

A análise das informações colhidas dos alunos apontou as dificuldades encontradas por eles no desenvolvimento de um algoritmo. Essas dificuldades advêm da dificuldade de resolver problemas. Os dados coletados apontaram as estratégias cognitivas que os alunos utilizam ao ter que resolver um problema e foi possível constatar que na grande maioria, eles não conseguem interpretar o enunciado e de forma organizada, abstrair as informações contidas no problema. Com algumas exceções, os alunos, de um modo geral, têm dificuldades em reconhecer os procedimentos adequados para a solução e, quando os reconhecem, muitas vezes têm dificuldades de formalizá-los. Essas constatações serviram de estímulo para buscar na Informática na Educação, que possibilita o uso do computador como uma ferramenta de aprendizagem, um aliado a ser usado no ensino de Algoritmos. Foi pensado em um ambiente de suporte à aprendizagem de Algoritmos, contendo somente o necessário para o aprendizado desse conteúdo, simples de usar, em Português, com uma estratégia de ensino que servisse de suporte aos alunos com mais dificuldades, possibilitando o estudo individualizado. A partir dessa conclusão, foi escolhida a Estratégia Ascendente de Resolução de Problemas como método de ensino para apresentar o conteúdo de Algoritmos. Essa estratégia foi escolhida por facilitar a aprendizagem da teoria e o desempenho no desenvolvimento de algoritmos, permitindo organizar o raciocínio dos alunos e auxiliando na formação de esquemas mentais que os ajudarão a construir os modelos de solução de problemas. O ambiente criado serve de apoio ao ensino presencial, à distância e à aprendizagem de Algoritmos sem o auxílio de um professor.

Ambiente de Aprendizagem Adaptado para Algoritmos

O Ambiente de Aprendizagem Adaptado para Algoritmos (A4) desenvolvido é hipermídia, interativo e utiliza a Estratégia Ascendente de Resolução de Problemas, para exibir o conteúdo necessário para o desenvolvimento de algoritmos, sugerindo ações pedagógicas para o ensino dessa disciplina. O ambiente A4 permite, através de animações, representar a realidade interna da máquina durante a execução de um programa, tornando concretas as operações computacionais que resolvem o problema proposto. Com isso, fica mais fácil para o aluno construir abstrações a partir das informações contidas no enunciado de um problema e determinar os procedimentos necessários para a sua solução.

Existem várias ferramentas para a aprendizagem de Algoritmos e foi feita uma análise comparativa, entre as mais usadas considerando os itens: conteúdo teórico, exemplos, animações, interação, testes, interface, desafios e linguagem de desenvolvimento do ambiente. Da análise foi observado que, na aprendizagem de Algoritmos, em ambientes informatizados, pode ser utilizada a abordagem ativa ou passiva. Na abordagem ativa o aprendiz pode testar os seus algoritmos, direcionando o seu funcionamento e pode interagir com as animações. Por outro lado, a ênfase na qualidade da animação gráfica para enriquecer essa abordagem, leva a um grau de complexidade que impede seu uso para fins de criação de animações pelos próprios alunos. Desse modo, sua utilização limita-se à interação com as animações pré-implementadas. Com a abordagem passiva, o aluno só pode assistir à execução de uma série de comandos pré-definidos. Nesse caso existe uma limitação clara, que é a de o aluno ficar preso aos exemplos apresentados. No A4 o aluno entra com seus dados e acompanha o desenvolvimento do seu problema.

O termo *adaptado* associado à palavra ambiente se refere sempre à adequação às características de um usuário, ao ajustamento às suas necessidades, ou seja, é um respeito à individualidade, sendo sensível aos objetivos de um sujeito ou grupo. Existem diversas formas de adequação. Neste trabalho "adaptado", significa adequação ao ritmo, à escolha da forma de apresentação do conteúdo e às preferências do aluno.

O ambiente A4 permite o ensino individual que promove a independência do aluno, permitindo que ele desenvolva sua habilidade em trabalhar sozinho, segundo seu ritmo, e respeitando suas preferências, o que deve facilitar o processo de aprendizagem. O ambiente apresenta interfaces gráficas amigáveis, conteúdo teórico com exemplos, animações e simulações do procedimento para a solução de um problema, permitindo ao aluno ser mais participativo, explorando a interatividade, além de permitir a construção do conhecimento através da cooperação/colaboração oferecida pelos recursos de comunicação da Internet. O ambiente também oferece situações-problema, na forma de exemplos, e o aluno, individual e/ou coletivamente, pode refazer os procedimentos, discutindo as diferentes possibilidades de solução.

O ambiente A4 foi desenvolvido utilizando as seguintes ferramentas: *Macromedia Dreamweaver*, *Macromedia Fireworks*, *Macromedia Flash*, Linguagem *ASP (Active Server Pages)*, *Java Script*, *Action Script*. O ambiente utiliza uma técnica de *Cookies* para guardar as informações dos usuários junto com as suas preferências, na máquina do usuário. Esse sistema de armazenamento de dados foi feito em *ASP*, por isso o site está hospedado em um servidor que suporta essa linguagem (www.brinkster.com). É possível instalar o A4 em uma máquina local. Para isso é preciso seguir o roteiro:

1. Instalar o Servidor Web Pessoal (PWS) que está no CD do A4;
2. Copiar a pasta A4 para o HD;
3. Criar a pasta virtual com o nome de A4 no PWS;
4. Para acessar o A4 basta abrir o browser e acessar no endereço local, por ex:
<http://localhost/a4/a4.html>

O ambiente possui as seguintes telas padrões:

- tela de abertura: entrada para o ambiente

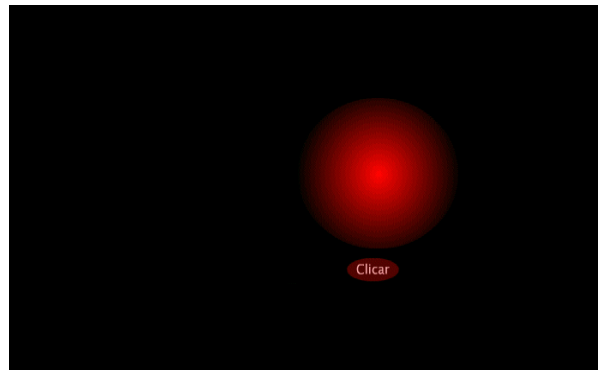


Figura 2. Tela de Abertura do A4

- tela de apresentação: a tela de apresentação do A4 com o menu para acessar o ambiente;



Figura 3. Tela de Apresentação do A4

- tela das opções - o ambiente permite ao usuário-aluno adaptar a interface através das opções contidas na tela das opções onde o usuário pode escolher o formato da tela menu, a cor de fundo, o tamanho e a cor das letras deixando o ambiente segundo suas preferências;



Figura 4. Tela das opções de adaptação do A4

- tela no formato tradicional – nesse formato o menu principal aparece na borda à esquerda. Ao se passar com o mouse aparecem as opções secundárias ;



Figura 5. Tela do Menu do A4 no formato tradicional

- tela no formato *flash* – nesse formato o menu principal fica na borda superior e ao ser escolhida uma opção o menu secundário é exibido na borda à esquerda.



Figura 6. Tela do Menu do A4 no formato *flash*

Em cada tela Menu são oferecidas as opções relacionadas ao aprendizado de Algoritmos: conteúdo teórico, exemplos com animação, diagrama de blocos, programa fonte, problemas propostos com solução animada e exercícios da unidade.

- tela do *chat* – permite o trabalho cooperativo entre os alunos e entre os alunos e o professor.



Figura 7. Tela do *Chat*

Resultados da utilização do ambiente

Para avaliar a utilização do ambiente, a unidade de estudo, foi formada pelos 25 alunos do curso de Sistemas de Informação, 34 do curso de Engenharia Ambiental e 25 do curso de Matemática Computacional do Centro Universitário Franciscano de Santa Maria-RS, regularmente matriculados na disciplina de Algoritmos e Programação I oferecida no 2º semestre dos referidos cursos. Dos 25 alunos matriculados em Matemática Computacional 3 desistiram após a 1ª prova e 1 nunca compareceu às aulas, ficando 21 alunos. Do curso de Engenharia Ambiental, 2 nunca vieram às aulas e 5 desistiram, perfazendo 27 alunos. No curso de Sistemas de Informação não houve desistência.

Para coletar os dados, após o desenvolvimento das atividades, na disciplina de Algoritmos e Programação I, foram utilizados as técnicas da entrevista e um questionário visando a obter informações relacionadas à receptividade e utilidade do A4 no ensino e na aprendizagem de Algoritmos. A entrevista foi realizada por pautas, onde as questões pré-estabelecidas foram problemas com a finalidade de avaliar o desempenho na criação de um modelo da solução do problema, usando a técnica de Algoritmos pseudocódigo. Os problemas propostos tiveram o intuito de determinar se o aluno possuía condições de reconhecer os procedimentos necessários à resolução de problemas e avaliar a aprendizagem cognitiva desses alunos. A figura abaixo mostra que o percentual de acertos na avaliação dos problemas propostos é significativo, o que sinaliza a aprendizagem dos procedimentos básicos.

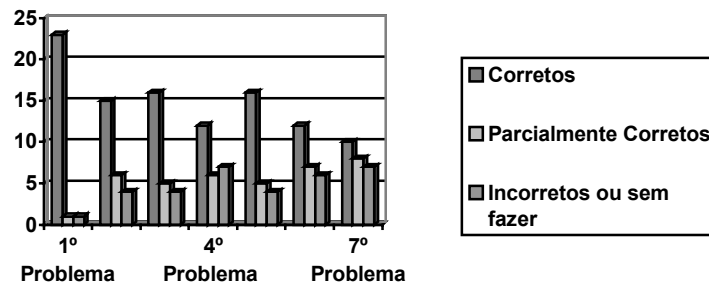


Figura 2. Percentuais dos escores obtidos no curso de Sistemas de Informação

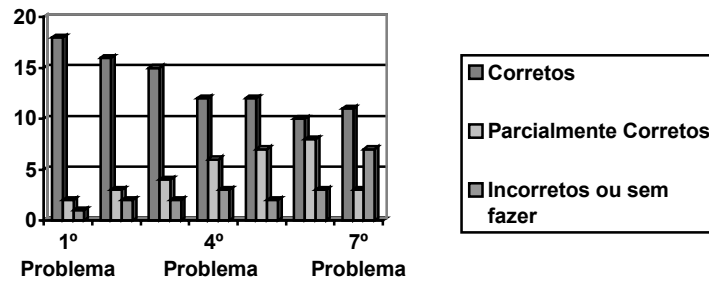


Figura 3: Percentuais dos escores obtidos no curso de Matemática Computacional

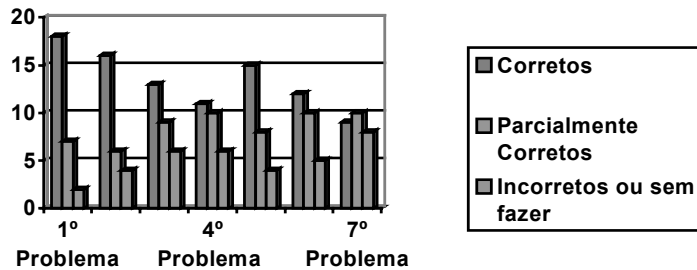


Figura 4: Percentuais dos escores obtidos no curso de Engenharia ambiental

Além da entrevista foi aplicado um questionário para avaliar a aprendizagem dos conceitos básicos sobre Algoritmos e 3 questões abertas, solicitando aos alunos sua opinião com relação às dificuldades encontradas no aprendizado de Algoritmos e à estratégia usada no desenvolvimento da disciplina. Além do uso dos instrumentos citados, foram feitas observações e anotações no decorrer do semestre. As observações foram feitas para avaliar o comportamento do aluno frente a um problema a ser resolvido na sala de aula. As anotações foram feitas dos comentários dos alunos ao resolverem os problemas; ao trabalharem em grupo; ao desenvolverem problemas desafios; ao criarem um algoritmo de forma cooperativa através de *chats*; ao fazerem exercícios individuais para nota; e ainda os questionamentos feitos para esclarecer dúvidas em sala de aula ou através de e-mails.

Os dados serviram para avaliar a aprendizagem, ou seja, a alteração na estrutura cognitiva do aluno após o uso da Estratégia Ascendente de Resolução de Problemas utilizada na apresentação do conteúdo de Algoritmos no ambiente A4, visando a capacitar o aluno para a resolução de problemas via

computador. A receptividade dos alunos e a aprendizagem resultante do uso do ambiente A4, de forma individual, acompanhado das observações da professora nas aulas de Laboratório e das discussões nos trabalhos de grupo mostraram que os alunos fixaram os conteúdos básicos indispensáveis para a elaboração de um algoritmo, ou seja, criaram os esquemas mentais com a representação dos procedimentos elementares. Alguns alunos ainda apresentam dificuldades em pontos cruciais. Isso se deve a vários fatores, um deles pode ser a falta de estudo, outro pode ser a falta da compreensão funcional de conceitos elementares mas fundamentais. Essa situação existe em todos os níveis de escolaridade e acaba afligindo o aluno de Algoritmos que traz as deficiências do 2º grau em que ele não desenvolveu a compreensão conceitual de alguns conteúdos pelo fato de ter havido deficiência no 1º grau. Outra dificuldade é a abstração e a formalização, os alunos conseguem expressar verbalmente como resolveriam o problema, mas não conseguem colocar no papel, na forma adequada as operações que determinam a solução do problema. Isso não significa que o aluno não sabe resolver o problema. Ele consegue compreender a situação a ser resolvida porém, encontra dificuldade em trabalhar em um nível mais abstrato. Mesmo assim, houve aprendizagem significativa e merecem destaque os comentários favoráveis ao uso do ambiente A4 como alternativa de ensino.

Das observações feitas, foi possível comprovar o crescimento demonstrado por grande número de alunos, através das listas de exercícios. Elas permitiram concluir que, a construção do conhecimento, pode ocorrer em função de ações mentais a partir de problemas a serem resolvidos, causando desequilíbrio, que por sua vez resulta na assimilação e acomodação da nova informação, e na construção dos esquemas mentais. Foi comprovado que a maioria dos alunos, após trabalhar com um determinado número de problemas, teve o “clique”, ou seja, tornaram-se capazes de manipular as representações mentais que estão à sua disposição e que servem para a solução de outros problemas. Os alunos que não conseguiram descobrir essa nova forma de trabalhar mostraram desinteresse, frustração e apatia. É importante notificar também que, apesar da diversidade dos cursos os alunos de um modo geral têm capacidade de elaborar estratégias adequadas para resolver os problemas que lhes são formulados. Alguns alunos apresentam uma certa insegurança, isso pode ser superado com um atendimento mais personalizado e propondo trabalhos de grupo em que a cooperação intelectual entre os colegas é de fundamental importância. Os alunos, nos trabalhos de grupo, discutem as estratégias escolhidas e as conclusões a que chegam fortalecem a aprendizagem. Abaixo está a tabela resumo com a frequência dos comentários relacionados as 3 perguntas feitas aos alunos, em cada categoria, nos 3 cursos.

Tabela 1: Frequência dos comentários em cada Curso

Perguntas	Comentários	Sistemas de Informação	Matemática Computacional	Engenharia Ambiental
Dificuldades	1. na interpretação do enunciado	6	4	18
	2. em abstrair	2	3	20
	3. em formalizar	4	5	15
	4. vetores e matrizes	15	10	22
	5. outros	7	5	3
Ambiente A4	1. Sim	23	17	25
	2. Não	0	1	2
	3. Mais ou menos	2	3	5
	4. Não respondeu	0	0	1
Estratégia usada	1. a ordem dos conteúdos facilitou a aprendizagem	20	16	25
	2. as explicações ajudaram a interpretar o enunciado do problema	18	17	30
	3. trabalhos de grupo auxiliam no aprendizado	15	12	20
	4. as listas de exercícios são importantes	20	18	20
	5. outros	10	8	7

A seguir são exibidos os percentuais de acertos de cada problema, nos cursos.

Tabela 2: Percentuais de acertos em cada problema nos 3 Cursos

Problemas	Sistemas de Informação	Matemática Computacional	Engenharia Ambiental
1	92%	85,71%	66,66%
2	60%	76,19%	59,26%
3	64%	71,43%	48,15%
4	48%	57,14%	40,74%
5	64%	57,14%	55,55%
6	48%	47,62%	44,44%
7	49%	52,38%	33,33%

De um modo geral, os dados obtidos com os instrumentos, confirmaram que a Estratégia Ascendente facilitou a compreensão do conteúdo e o ambiente A4 é um recurso didático válido. Esse recurso pode auxiliar na aprendizagem de Algoritmos, pois usa animações e já está comprovado que animações são um valioso meio para facilitar a aprendizagem. O conhecimento, gerado pela aprendizagem, é a apropriação da informação e é representado por esquemas mentais.

CONCLUSÃO

Foi concluído que a Estratégia Ascendente de Resolução de Problemas, utilizada em um ambiente baseado nos Sistemas Hipermediais de Informação e Comunicação, potencializa a aprendizagem de Algoritmos. A Estratégia Ascendente utilizada envolve a subjetividade, que é a interação do aluno com a tarefa a ser executada, no caso, o desenvolvimento de algoritmos. A análise das informações obtidas a partir das respostas dos alunos, em um questionário, indica que houve aprendizagem dos procedimentos básicos para o desenvolvimento de algoritmos. Os resultados das perguntas abertas e das observações anotadas no decorrer do semestre, exibidas na Tabela 1, mostram as dificuldades do aluno, a receptividade do A4 como recurso didático e a aceitação da estratégia de ensino. A Tabela 2 mostra que as atividades desenvolvidas na disciplina Algoritmos e Programação I com o uso do ambiente A4 contribuíram de maneira significativa para a aprendizagem do conteúdo teórico e para o desenvolvimento de algoritmos, minimizando as dificuldades. A partir dos dados é possível concluir que houve aprendizagem, como mostram os dados abaixo, na Tabela 3, relacionados aos percentuais de aprovação/reprovação de cada curso:

Tabela 3: Resumo do desempenho dos alunos nos 3 Cursos

	Sistemas de Informação	Matemática Computacional	Engenharia Ambiental
Nº de alunos	25	21	27
Aprovados	21	18	19
Reprovados	4	3	8
% Aprovados	84%	85,72%	70,37%
% Reprovados	16%	14,28%	29,63%

A partir dos resultados obtidos, com os instrumentos utilizados, é possível concluir que: os alunos gostaram da forma como a disciplina foi conduzida; que as atividades foram interessantes; que o ambiente A4 auxilia e que o resultado final foi satisfatório. Isso significa que a estratégia de desenvolver as atividades de ensino a partir do A4, com a interação entre a professora e os alunos, mostrou-se adequada; que a atividade cooperativa dos trabalhos de grupo incentivou e potencializou as descobertas e o crescimento individual. Os dados mostram que, 20,55% do total dos 3 cursos, não apresentou um rendimento satisfatório, mas a grande maioria, 79,45% do total dos 3 cursos, apresentou indícios de aprendizagem.

O que foi observado no decorrer desse estudo reforça as experiências vivenciadas em sala de aula nessa área e permite a sugestão da necessidade de o conteúdo de Algoritmos ser trabalhado em 2 disciplinas. A sugestão é que, a primeira disciplina, Algoritmos e Programação I, não deve incluir matrizes e vetores, pois o tempo se torna curto para fixar essa unidade que é de suma importância na

Resolução de Problemas, via computador. A 1ª disciplina, contendo só a parte básica, torna possível, em termos de tempo, trabalhar bastante e de diversas formas, problemas simples, chegando aos mais complexos que exigem raciocínio mais apurado. Possibilita também, trabalhar com interpretação de enunciados que auxilia o aluno a encontrar a solução do problema. Dessa maneira, aumenta a possibilidade de o aluno capacitar-se para resolver qualquer tipo de problema, tendo condições de, ao ler um enunciado, conseguir “enxergar” o caminho da solução. Com esses fundamentos, ele fica preparado para a 2ª disciplina que deve começar com variáveis compostas: matrizes e vetores, modularização: procedimentos e funções, e variáveis compostas heterogêneas: registros e arquivos. Nessa disciplina, o aluno já domina os procedimentos básicos e o foco fica para a formalização dos procedimentos com a notação de vetores e matrizes, com a estruturação de um programa modularizado e o uso de registros mais arquivos. Dessa forma, o aluno fica bem preparado para a disciplina de Estruturas de Dados que é uma continuação de Algoritmos. Durante as disciplinas de Algoritmos, é aconselhável o uso da linguagem Pascal, considerada uma linguagem acadêmica, de fácil aprendizagem. Todo esforço fica para a construção do modelo da solução e a programação fica com o objetivo de validar o algoritmo desenvolvido.

Esse trabalho mostrou que a grande contribuição da Informática para a Educação é a possibilidade de usar o computador como um efetivo recurso didático, agregando à tecnologia digital os recursos oferecidos pela Educação e pela Psicologia e que a disciplina Algoritmos e Programação I pode ser ministrada de forma a levar o aluno a confiar em suas potencialidades e a, efetivamente, desenvolver em si a capacitação para a solução de problemas via computador.

REFERÊNCIAS

- A4 – Ambiente de Aprendizagem Adaptado para Algoritmos – disponível em:
<http://www23.brinkster.com/ambientea4/a4.html>
- AMORETTI, M.S.M . TAROUCO, L.M.R. (2000) “Mapas Conceituais: modelagem colaborativa do conhecimento”, Revista Informática na Educação: Teoria & Prática, v.3 n.1, PGIE/UFRGS
- ANDLER, D.(1998) “Introdução às Ciências Cognitivas” , tradução de Maria Suzana M. Amoretti. Porto Alegre: Editora da Unisinos
- BORDENAVE, J.E.D. (1996) “Estratégias de Ensino–Aprendizagem”, Ed. Vozes Ltda., Petrópolis
- [CHA 99] CHAIBEN, Hamilton., 1999 *Hipermídia na Educação* Disponível em: <<http://www.cce.ufpr.br/~hamilton/hed/hed.htm>>.
- COELHO, E.M.P. (2002) Departamento de Informática, UFPR, Curitiba. disponível em:
http://www.inf.ufpr.br/~eliana/java_ensino.html
- COX, B. J.(1999) “ Programação orientada a objetos”, São Paulo: McGraw Hill.
- FALKEMBACH, G. A. M. (1989) “Computação Básica” Santa Maria: Departamento de Eletrônica e Computação/UFSM.
- FARRER, H., BECKER, C. FARIA, E.. (1989) “Programação estruturada de computadores Algoritmos Estruturado”. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- GAGNÉ, R.M. (1971) “Como se realiza a aprendizagem” Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico.
- HOC, J.M. (2000) “Psychologie Cognitive de la planification”, Grenoble: PUG. Traduzido por Maria Suzana M. Amoretti. Porto Alegre: Vozes
- LUCENA, M. (1994) “ O uso das tecnologias da informática para o desenvolvimento da educação”, Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ.
- MATTOS, M.M.(2001) “ Construção de abstrações em Lógica de Programação”, Anais do XXI Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, Fortaleza.
- SANCHES, J. A. (2002) “How to teach algorithmic reasoning”, Anais do IV Curso de Qualidade – Metodologia de ensino para cursos de graduação das áreas de Computação e Informática - Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, Florianópolis.
- WAGMAN, M. (1991) “ Cognitive Science and Concepts of Mind: Toward a General Theory of Human and Artificial Intelligence”, USA: Praeger.