CORDENONSI, A. Z., MÜLLER, Felipe Martins, BASTOS, Fábio da Purificação de Desenvolvendo Competências em Pesquisa Operacional: O Objeto de Aprendizagem LOBO In: X Conferência Internacional de Educação em Engenharia e Tecnologia, 2008, Santos. Anais da X Conferência Internacional de Educação em Engenharia e Tecnologia. , 2008.

Desenvolvendo Competências em Pesquisa Operacional: O Objeto de Aprendizagem LOBO

Andre Zanki Cordenonsi[1], Felipe Martins Müller[2], Fábio da Purificação de Bastos[3]

Abbstract — *The Lobo (Learning Object Based on Optimization) was developed to provide a tool to support traditional and distance learning of Operational Research topics (heuristics and meta-heuristics). Using the research-action educational and methodological support, the learning object was experimented in a regular semester to support a collaborative instruction. As principal results achieved, it is possible to highlight a significant improvement in relation to the understanding of theoretical precepts covered in the classroom as well as the development of better quality codes (algorithms) for the problem addressed (Traveling Salesman Problem).*

Index Terms — Investigação-Ação, Inteligência Artificial, Objetos de Aprendizagem.

INTRODUÇÃO

A investigação-ação está centrada nos problemas reais enfrentados pelos professores, buscando compreender e sendo compreendida como uma forma dos mesmos pensarem sobre suas aflições, adotando uma postura investigativa dentro de suas salas de aula. Nesta metodologia, não há diferença entre a pesquisa e o ensino, pois os dois podem ocorrer concomitantemente. Ao desenvolver suas aulas, o professor é seu próprio observador e não somente dos alunos. Analisando sua prática, ela pode *agir* sobre a mesma, compreendendo os problemas decorridos, o que está diretamente relacionado ao entendimento dos mesmos, e buscando soluções.

O professor se transforma em um investigador de seus próprios métodos e agora, além do conhecimento, que já não mais lhe pertence de forma sozinha e autocrática, o próprio fazer educacional também não é mais algo intocável. A partir do seu próprio escrutínio e das observações que podem ser coletadas por seus pares e alunos, o professor pode tomar consciência da metodologia que ele *realmente* prática em aula, e não mais aquela que ele *imagina* estar realizando.

Este artigo apresenta a aplicação da investigação-ação em uma disciplina de um curso de graduação em ciência da computação, através do uso de um objeto de aprendizagem e de um ambiente virtual de ensino-aprendizagem, focando nas observações realizadas e suas conseqüências no refinamento das aulas posteriores. Na próxima seção, uma breve explanação sobre a investigação-ação é apresentada e, após, são discutidas questões relativas à disciplina específica e a aplicação da metodologia.

INVESTIGAÇÃO-AÇÃO

Em [1], os autores apresentam a Investigação-Ação Educacional (IAE) como uma seqüência de julgamentos e ações que constituem as etapas do ciclo de uma espiral, com quatro fases:

- planejamento: etapa antecessora a ação propriamente dita, onde é necessário refletir sobre a situação educativa, sua complexidade e importância, construindo uma base para as ações futuras;
- ação: guiada pelo planejamento realizado anteriormente sem, no entanto, incorrer no erro comum de utilizar o planejamento como um guia estático e imutável. A ação deve possuir um propósito criticamente informado;
- observação: documentação dos efeitos da ação,gerando uma base para a reflexão. A documentação contribui para a melhoria contínua da prática, através da análise da situação contextualizada, o que se pode traduzir em uma ação estratégica mais crítica;
- reflexão: finalmente, a reflexão tenta interpretar, discursivamente, os acontecimentos oriundos das ações, propondo modificações aos planejamentos das mesmas, face às evidências observadas, reconstruindo uma nova ação informada.

A aplicação prática destas idéias ressurge com a necessidade do diálogo, onde [2] ressalta como de importância singular:...*importância do dialógo como ferramenta constitutiva do processo de Investigação-Ação Educacional; a imersão do investigador na realidade com os participantes/; e a necessidade de uma rede de acordos éticos entre os envolvidos, definindo novos aspectos na investigação-ação.*[2] *apud* [3].

Neste contexto, o diálogo e, mais especificamente, o diálogo-problematizador, pode contextualizar e sustentar a Investigação-Ação Educacional (IAE). Para ocorrer o verdadeiro diálogo, é necessário agir sobre o objeto e os alunos, usualmente de forma colaborativa, pois o professor, neste caso, não dialoga através da imposição dos seus

1 Andre Zanki Cordenonsi, Professor do Departamento de Documentação, Universidade Federal de Santa Maria, Av. Roraima, s/n, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil, andrezc@inf.ufsm.br
2 Felipe Martins Müller, Professor do Departamento de Eletrônica e Documentação, Universidade Federal de Santa Maria, Av. Roraima, s/n, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil, felipe@inf.ufsm.br
3 Fábio da Purificação de Bastos, Professor do Departamento de Documentação, Universidade Federal de Santa Maria, Av. Roraima, s/n, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil, fbastos@ce.ufsm.br

conceitos. Não é uma simples troca de idéias, mas também não ocorre aqui o formalismo tradicional da educação bancária, onde um sujeito – o professor – deposita suas idéias em outro – os alunos. A reflexão conjunta entre os sujeitos, professor e alunos, respeitando suas respectivas vivências, o contexto deve servir para que ocorra um auxílio do professor, no que consiste do surgimento da consciência crítica sobre o objeto, abandonando a consciência ingênua dos alunos, conforme já discutido no capítulo anterior.

Se o professor deseja realizar uma investigação das suas ações, o diálogo problematizador se torna uma ferramenta de vital importância, pois é através deste que o objeto problematizado toma forma de uma solução construída. A reflexão sobre este processo é a base que sustenta a IAE.

Em [4], a espiral reflexiva da investigação-ação foi desenvolvida através do aporto metodológico dos três momentos pedagógicos, implementado pelos autores no contexto do ensino de ciências naturais. O primeiro momento é o *Desafio Inicial,* apresentado, normalmente, como um desafio na forma de questões e/ou situações que devem ser discutidas e debatidas pelos alunos. O desafio inicial deve problematizar, de forma dialógica, o tema a ser tratado durante a atividade educativa. Durante uma aula, este desafio é colocado para os alunos na forma de um problema ou questão, por exemplo, onde os mesmos podem expor seu conhecimento prévio sobre o assunto, discutindo suas implicações. No segundo momento, a *Organização do Conhecimento*, o professor deve orientar a sistematização do mesmo, para a completa compreensão do tema e do problema apresentado. Esta organização visa ampliar o diálogo do desafio inicial, introduzindo uma nova visão de conhecimento aos alunos, visão esta oriunda do mundo escolar e científico. Finalmente, o terceiro e último momento, a *Aplicação do conhecimento*, a visão ampliada e crítica do aluno deverá ser usada por estes para analisar o problema inicial, generalizando-o para outras situações que também são explicadas pelo mesmo conhecimento.

Em [5], os três momentos pedagógicos foram reorganizados em: *Desafio Inicial*, *Melhor Solução Educacional no Momento* e *Desafio Mais Amplo*. Inicialmente, o modelo é ativado no início da aula com um *Desafio Inicial*, que instiga os alunos a investigarem suas próprias visões de mundo através de um desafio concreto e/ou um problema a ser resolvido. Através de múltiplas interações entre aluno/professor e aluno/aluno, deve-se consolidar o conhecimento científico através da codificação/decodificação da *Melhor Solução Educacional no Momento*, sistematizada pelo professor. Desta forma, este pode confrontar as visões de mundo dos alunos, tencionando as visões científicas e cotidianas, rompendo-as e problematizando o *desafio mais amplo*, "que busca avaliar processualmente a universalidade, validade e limitação do conhecimento científico-tecnológico abordado na aula."[5].

ESTUDO DE CASO

O Problema do Caixeiro Viajante(PCV)

Para a aplicação da metodologia e do estudo realizado, foi escolhido o Problema do Caixeiro Viajante como problema tipo. Ele pode ser definido como: um vendedor deve receber um conjunto de cidades que deve visitar uma única vez, bem como um custo c_{ij} que é associado a cada par de cidades *i* e *j* deste conjunto. Usualmente, este custo representa a distância de partir da cidade *i* até a cidade *j*. No entanto, pode haver variações e outras informações podem ser quantificadas neste custo, tais como pedágios ou condições da rodovia – por exemplo, uma rodovia sem asfalto pode ser penalizada com o acréscimo de uma distância fixa ou proporcional ao trecho. O caixeiro viajante deve partir de uma cidade inicial previamente fornecida, passar por todas as demais cidades uma única vez e retornar a cidade de partida. O objetivo do PCV é encontrar a trajetória (rota, circuito ou *tour*) de menor custo possível.

Como a grande maioria dos problemas de otimização, o número de soluções possíveis para o PCV aumenta exponencialmente, na ordem de *(n-1)!* para o problema assimétrico. Isso torna impraticável a exploração de todas as soluções possíveis e, desta forma, encontrar uma boa rota para o PCV é um problema que deve ser tratado com técnicas heurísticas, se caracterizando como um problema da Inteligência Artificial.

O LOBO (Learning Objetc Based on Optimization)

O objeto de aprendizagem LOBO (*Learning Object Based on Optimization*) foi desenvolvido com o objetivo de propiciar aos professores e alunos uma base comum para as experimentações necessárias à condução das atividades didáticas que envolvem o ensino na área de heurísticas para Inteligência Artificial.

Como forma de apresentar tanto um objeto *de aprendizagem* como uma ferramenta de auxílio a condução das disciplinas que explorem a área de heurísticas para problemas combinatórios, foram definidos duas formas, ou modos, para a utilização do objeto: o modo tutoriado e o modo *expert*.

O modo tutoriado apresenta uma série de telas informativas ao usuário, fornecendo dicas e informações acerca da implementação do LOBO, bem como explicações mais detalhadas dos algoritmos implementados e a teoria do desenvolvimento de heurísticas. O modo *expert* não apresenta estas informações, transformando o LOBO, deste modo, em uma ferramenta de experimentação pura, onde os resultados são interpretados pelos próprios usuários. O objeto foi concebido com três objetivos bem definidos: propor um problema tipo, comum, que pudesse ser utilizado como interfaceador e condutor das interações entre professores e alunos; propor um ambiente de simulação, onde diferentes técnicas pudessem ser implementadas,

testadas e comparadas; propor um *framework* de desenvolvimento, onde os alunos pudessem inserir novos algoritmos e/ou implementações, agregando novas funcionalidades sem a necessidade de reimplementar códigos já testados. Maiores detalhes sobre o objeto podem ser obtidos em [6] e [7].

As Primeiras Aulas e Observações

A Matriz Dialógica Problematizadora [9][3] é o primeiro passo para o desenvolvimento das aulas baseadas na Investigação-Ação Educacional. Através desta, é possível estabelecer quais são as perguntas de pesquisa de cada aula implementada e, através das observações realizadas durante a mesma, revisitar o fazer acadêmico com o intuito de compreender o processo educacional que ocorreu, analisando todos os aspectos do mesmo. Para disciplina de Inteligência Artificial, a MDP implementada está representada na tabela 1.

TABELA 1
MATRIZ DIALÓGICA PROBLEMATIZADORA

	[A] Professores	[B] Alunos	[C] Tema	[D] Contexto
[1] Professores	Os prof. conhc. heurísticas para o PCV e a IAE que forma a base do AMEM?	Os alunos estão aproveitando os operaciona-lizadores ped. para entender as heurísticas?	A abordagem dialógica-problematiza-dora potencializa o ensino de heurísticas?	As aulas de IA utilizando a IAE, o AMEM e o LOBO, auxil. o processo de ensino-aprend?
[2] Alunos	Como os professores podem instigar os alunos, utilizando a problematizaçã o e o AMEM?	Os alunos efetivamente estão compreen-dendo o que sao heurísticas através da abordagem baseada em problemas?	Quais são as dificuldades e os avanços do ensino de heurísticas e utilizando o PCV?	Como verificar se os alunos estão compreen-dendo o conteúdo de IA que está sendo desenvolvido através da IAE, presente no AMEM?
[3] Tema	Como os professores têm construído a organização didática de suas aulas nas práticas de IAE de IA?	Os estudantes têm assumido que os problemas vistos em aula realmente contribuem no processo de aprendiza-gem de IA?	Será que o PCV é adequado para o ensino de heurísticas?	As aulas de heurísticas contribuem para a evolução do conhecimen-to científico dos problemas propostos?
[4] Contexto	Os professores conseguem adotar a prática de IAE no ensino de heurísticas?	Os alunos têm compreendi-do as questões de heurísticas com a prática de IAE e o AMEM?	De que forma o PCV e o AMEM contribuem para o ensino de heurísticas?	Quais são as contribuições do ensino de heurísticas sob a perspectiva da IAE no ambiente AMEM?

Nos próximos parágrafos, são apresentadas as aulas desenvolvidas e as observações realizadas.

O Problema do Caixeiro Viajante

Esta aula apresenta o Problema do Caixeiro Viajante, suas possíveis variações e sua formulação matemática. Ela é dividida em quatro pontos.

Ponto 1	Discussão e Entrega da Atividade 1
Tempo	20 minutos
Ponto 2	Discussão da Atividade de Colaboração
Tempo	20 minutos
Observações	Neste ponto, foram discutidos os problemas apresentados pelos alunos, levantando as possíveis aplicações práticas dos mesmos, tendo o cuidado de deixar o PCV como última opção.
Ponto 3	Problemas de Otimização Combinatória
Tempo	40 minutos
Metodologia	**DI:** o que é um Problema Combinatório? **MSEM:** formulação dos Problemas de Otimização Combinatória e estratégias de resolução.
Observações	O DI é baseado na generalização dos problemas encontrados pelos alunos, discutidos na colaboração. O importante deste ponto é discutir com os alunos as questões relativas ao número de soluções possíveis para um problema, o que se traduz na impossibilidade prática de alcançar a melhor solução possível para uma determinada instância através da enumeração pura e simples de todas as possibilidades. Conceitos formais relativos a matemática combinatória são explorados. Adicionalmente, são explorados conceitos relativos a formalização de algoritmos para a *construção* de soluções para problemas combinatórios.
Ponto 4	O Problema do Caixeiro Viajante
Tempo	30 minutos
Metodologia	**DI:** o que é o Problema do Caixeiro Viajante? **MSEM:** formulação matemática e variantes do PCV. **DA:** definir um algoritmo que *construa* uma *boa* solução para instâncias do PCV.
Observações	O ponto de partida dos alunos para o DI foi a pesquisa realizada na colaboração e a própria definição do que é um *caixeiro viajante*. Através das suas próprias palavras e da análise realizada no ponto anterior, foi possível construir uma definição *informal* do problema, materializada posteriormente nas fórmulas e restrições do mesmo. A partir da formulação, as variantes do problema (normalmente impostas por restrições adicionais), foram discutidas. Neste ponto, é apresentado o LOBO para os alunos, onde os mesmos têm o primeiro contato com o objeto de aprendizagem. As noções de distâncias euclidianas e da construção de uma rota que unisse todas as cidades, passando somente uma vez em cada ponto e retornando à cidade de origem, foram apresentadas através da interface gráfica do objeto.

Para esta aula, foram escolhidas as mesmas perguntas da aula 2: (C3) *Será que o Problema do Caixeiro Viajante é adequado para o ensino de heurísticas e metaheurísticas?*; e (A2) *Como os professores podem instigar os alunos, utilizando a problematização e o AMEM?* Durante a explanação do PCV e de sua formalização, foram observados a reação dos alunos, em forma de perguntas e

outras manifestações, sobre como eles compreendiam o problema em relação à IA e a computação em geral. Buscou-se, neste momento, incentivar o desenvolvimento de bons algoritmos para o problema com exemplos reais da aplicação do PCV, demonstrando que um tema tão ligado à pesquisa também possui um viés prático interessante e que pode e deve ser explorado mais adequadamente pela indústria e pela área de gestão administrativa. No caso específico do PCV, o viés prático apresentado foi o relato de casos de utilização de algoritmos heurísticos e metaheurísticas em situações reais.

Analisando a experiência realizada, percebeu-se que alguns alunos buscavam mais informações sobre as aplicações práticas, mas os demais encararam com uma relativa indiferença a escolha do problema em si. Talvez, neste ponto, fosse necessário um trabalho colaborativo ou uma atividade que os levasse a pesquisar, por si só, as possibilidades de aplicação do problema alvo na sociedade produtiva em geral.

Heurísticas Construtivas: Vizinho Mais Próximo e Algoritmos de Inserção

Ponto 1	Discussão sobre a Atividade de Colaboração 3
Tempo	20 minutos
Metodologia	Apresentação das formalizações realizadas pelos alunos, ressaltando suas semelhanças e diferenças.
Ponto 2	A Heurística do Vizinho Mais Próximo
Tempo	30 minutos
Metodologia	**DI:** como pode ser definido o *vizinho mais próximo* em um PCV? **MSEM:** formulação algorítmica da heurística do Vizinho Mais Próximo. **DA:** a heurística do Vizinho Mais Próximo é adequada para todas as instâncias de problemas?
Observações	Através das discussões da atividade de colaboração 3, cujos algoritmos se aproximavam da heurística apresentada, foi possível definir formalmente o vizinho mais próximo. Em relação ao DI, os alunos utilizaram o LOBO para tentar definir o que seria o *vizinho mais próximo*. Além da noção de distância euclidiana, colocada graficamente pelo objeto de aprendizagem, alguns alunos levantaram questões relativas ao custo de um determinado arco. Neste ponto, questões mais aprofundadas sobre a implementação do próprio objeto tiveram destaque. A apresentação gráfica no LOBO (pontos representando cidades e arcos representando caminho entre as cidades) trouxe algumas dúvidas em relação à matriz de custos. Para alguns alunos, o LOBO distorcia a visão espacial das distâncias, pois o tamanho do arco que une duas cidades quaisquer estava diretamente relacionado ao custo e não a uma distância física. No entanto, como foi argumentado pelo professor e por outros alunos, a utilização de uma matriz de custos permitia a inserção de outras variáveis, além da distância física, para quantificar o custo envolvido em uma viagem. Além disso, a utilização de uma representação onde os pontos permanecessem fixos (como em um mapa) e o custo entre diversas cidades fosse diferenciado, traria elementos a mais na apresentação gráfica que dificultaria a leitura visual do objeto. Por fim, foi ressaltado que o resultado final da aplicação de uma heurística em um PCV é a seqüência de cidades a serem percorridas, bem como a distância total. A visualização gráfica é um acessório pedagógico, mas não é estritamente necessário. Em relação ao DA, o LOBO foi utilizado pelos alunos para executarem diversas instâncias de problemas (já previamente cadastrados no ambiente), como outras instâncias da literatura, provenientes da biblioteca da TSPLib. Alguns alunos testaram a heurística em relação a outros algoritmos já cadastrados no LOBO, como a inserção mais distante, e perceberam que o resultado do vizinho mais próximo era pior. No entanto, as questões relativas aos caminhos auto-intersectantes não foram levantadas por nenhum dos alunos.
Ponto 3	A Heurística da Inserção Mais Distante
Tempo	50 minutos
Metodologia	**DI:** caminhos auto-intersectantes são mais caros em relação aos custos de uma instância de PCV? **MSEM:** desigualdade do triângulo **DI:** como formalizar um algoritmo que não permita a criação de caminhos auto-intersectantes? **MSEM:** formulação algorítmica da heurística da Inserção Mais Distante. **DA:** existem outras modificações que podem ser utilizadas neste algoritmo?
Observações	Para o primeiro DI, os alunos que ainda não haviam testado as heurísticas do Vizinho Mais Próximo e da Inserção Mais Distante no LOBO, o fizeram para verificar as diferenças entre as duas abordagens. Somente de forma visual, o que os alunos relataram era uma sensível melhoria, em termos de custos, na utilização da segunda heurística. No entanto, o desafio era mais do que apenas perceber que um algoritmo que não permita caminhos auto-intersectantes apresente resultados melhores. Muitos alunos tentaram explicar o *porquê* deste fenômeno, utilizando-se de trigonometria. Estas tentativas foram utilizadas no MSEM, onde as propriedades da desigualdade do triângulo foram apresentadas. Após, os alunos foram apresentados a outro desafio: formalizar um algoritmo que não permitisse a inserção de arcos que cruzassem outros arcos já inseridos. Os algoritmos formalizados pelos alunos utilizavam, na sua maioria, de listas de arcos inseridos ou ângulos entre os arcos; posicionamento global; divisão da área da simulação em uma matriz e armazenamento dos pontos construídos pelo algoritmo de desenho de linhas de Bresenham, entre outros. A segunda MSEM apresentada foi a formalização da heurística da inserção mais distante e sua simulação passo-a-passo no LOBO. Finalmente, como DA, que foi deixado para que os alunos realizassem até a próxima aula por falta de tempo, eles deveriam pesquisar e verificar que outras variações os algoritmos de

inserção permitiam, pesquisando na literatura.

As questões da MDP relacionadas para este ponto foram a B3 (*Os estudantes têm assumido que os problemas vistos em aula realmente contribuem no processo de aprendizagem de heurísticas e metaheurísticas?*). A questão foi inserida neste ponto após a aula anterior, onde houve um debate sobre as atividades de colaboração. Após a discussão sobre a importância necessária das atividades fora do âmbito escolar ter sido realizada, era interessante perceber se a mesma influenciara no desempenho da próxima atividade. Como relatado anteriormente, a atividade de colaboração proposta foi prontamente realizada pelos alunos, demonstrando que os estudantes, mesmo que provisoriamente, novamente haviam assumido o papel de darem sua contribuição para o processo de condução da disciplina.

CONCLUSÕES

O processo de ensino-aprendizagem do objeto em questão pode ser realizado totalmente através da metodologia problematizadora, pois o próprio cerne das questões levantadas sob o aspecto dos algoritmos desenvolvidos e as teorias matemáticas que os embasam foram construídos através de problemas muito bem definidos. Desta forma, o casamento entre os conteúdos e a educação dialógica-problematizador é perfeitamente realizável. No entanto, não é a simples exposição de problemas que garante o efetivo aprendizado do aluno nem a eficácia desta metodologia. A correta aplicação da metodologia dialógica-problematizadora decorre, também, da condução das etapas através do dirigente do processo, o professor. A discussão das teorias e idéias dos alunos só tem significado científico dentro de um processo curricular através da *sistematização* daquilo que foi construído coletivamente, ou seja, pelo desenvolvimento da *melhor solução educacional no momento.*

Outro fator importante a observar está no fato de que alguns alunos não estão prontos para esta mudança, por medo ou acomodação. Afinal, sempre foi mais *fácil* estudar alguns dias antes para uma dada prova formal do que desenvolver um trabalho mais complexo durante um semestre inteiro, participando diligentemente do processo. Nestes casos, cabe ao professor dirigir o processo, explicando as vantagens da construção do conhecimento pelo fazer e pensar do que simplesmente pelo decorar. Não faltam exemplos na sociedade moderna, dita sociedade da informação, que corroboram a tese do que *aprender a aprender* é muito mais importante do que saber alguma técnica ou metodologia de cor. Por outro lado, as discussões em sala de aula podem se tornar abrangentes demais e, da mesma forma, cabe ao professor, dirigente do processo – apesar de não ser mais o único detentor do conhecimento – trazer novamente os alunos para o foco da disciplina. Desta forma, há espaço para discussão e debates de idéias novas e, potencialmente, profícuas, mas também há a necessidade de se consolidar um determinado conteúdo que faz parte de uma disciplina de graduação.

Um aspecto crucial nesta metodologia, é que o professor, ou grupo de professores, continua sendo essencial para o desenvolvimento das aulas. Apesar de não ser o centralizador do conhecimento, pois ele já o partilha desde o início, deixando que os próprios alunos possam construí-los e desenvolvê-los a partir de suas idéias individuais e coletivas, o professor deve dirigir as aulas, conduzindo os alunos ao conteúdo que está sendo desenvolvido. Em relação a prática da investigação-ação educacional e da metodologia dialógica problematizadora através de um ambiente tecnológico (de suporte presencial, semi-presencial ou completamente à distância), é interessante que o mesmo apresente ferramentas que suportem a visão metodológica do docente, bem como facilitem seu trabalho de organização do espaço docente e das atividades cooperativas que deverão ser realizadas. Desta forma, tanto o ambiente AMEM e o objeto LOBO tem sua concepção de utilização fundamentada.

REFERÊNCIAS

[1]Carr, W., Kemmis, S. 1986. *Becoming Critical: Education, Knowledge and Action Research*. Brighton, UK.
Elliot, J. 1978. *What is Action-Research in Schools?* In: Journal of Curriculum Studies, v.10, n.4, p. 355-357.

[2]Müller, F. M., De Bastos, F.P. 2004. *Matriz Dialógico-Problematizadora como Ferramenta Organizadora do Trabalho Escolar no AMEM*. In: CONAHPA. Florianópolis.

[3]Angotti, J. A. P., Delizoicov, D. N. 1990 *Metodologia do Ensino de Ciências*. São Paulo: Cortez.

[4]De Bastos, F.P., Muller, F.M. 1999. *Criando Desafios em Informática*. In: Atas da IV Escola de Verão sobre Investigação-Ação Educacional. UFSM, Santa Maria, RS.

[5]Cordenonsi, A.Z., Müller, F.M, De Bastos, F.P., Araújo, F.V., Elenusa, T. 2007. *O Lobo e o Caixeiro Viajante.* In: XVIII SBIE. São Paulo – SP.

[6]Cordenonsi, A.Z., Müller, F.M, De Bastos, F.P. 2007. *Lobo:Learning Object Based on Optimization – Um Objeto de Aprendizagem para o Ensino de Heurísticas e Metaheurísticas.* In: XXXIX SBPO, Fortaleza - CE.

[7]Cordenonsi, A.Z., Müller, F.M, De Bastos, F.P., Araújo, F.V., Alonso, C.M.M.C., Medina, R.D. 2006. *Ambiente Multimídia para Educação Mediada por Computador Utilizando Software Livre - AMEM.* In: CONAHPA, Florianópolis.