Investigação-Ação no Ambiente AMEM: Relato de uma Experiência

Action-Research in AMEM: an Experience Report

Andre Zanki Cordenonsi[1]
Universidade Federal de Santa Maria – Departamento de Documentação, RS
Felipe Martins Müller[2]
Universidade Federal de Santa Maria – Departamento de Eletrônica e Computação, RS
Fábio da Purificação de Bastos[3]
Universidade Federal de Santa Maria – Departamento de Educação, RS

Resumo

Este artigo apresenta uma experiência realizada com a aplicação da metodologia Investigação-Ação Educacional, através do ambiente virtual de ensino aprendizagem AMEM. São apresentados as aulas e as observações realizadas através desta metodologia.

Palavras-chave: Investigação-Ação, AMEM, Heurísticas e Metaheurísticas

Abstract
This paper presents an experience report through theAction-Researh Methodology application, using the AMEM Learning Management System. The paper shows the professor lessons and comments, which are defined using the methodology presented.
Key words: Action-Research, AMEM, Heuristics and Metaheuristics

[1] andrezc@inf.ufsm.br
[2] felipe@inf.ufsm.br
[3] fbastos@ce.ufsm.br

1. Introdução

A educação contemporânea se preocupa cada vez mais nos processos de ensino-aprendizagem que passem da simples *reprodução* do conhecimento para, efetivamente, sua *produção*. Desta forma, o conhecimento científico ou filosófico que deve ser levado ao educando é, essencialmente, um recorte da realidade como ela se apresenta agora, podendo ser alterada constantemente durante o desenvolver do ser humano. Posto isso, é claro afirmar que os desafios dos professores também são aumentados. Para (POPPER, 1983), o professor precisa trabalhar com os alunos formas de estarem preparados para a mudança das suas bases conceituais, que podem ocorrer continuamente a partir de sua partida dos bancos escolares ou até mesmo se metamorfear em saberes completamente diversos. O *aprender* a *aprender* adquire novos significados e se torna premente na sociedade atual.

Em consonância a esta revolução no foco das atividades pedagógicas, as globalizações, tanto tecnológica como comunicacional, trazem novos desafios e oportunidades. Este movimento econômico e social contribui de forma decisiva na geração dos novos paradigmas interpessoais e profissionais, servindo como base para a modificação dos nossos conceitos acerca do que é informação, como ela se propaga e suas conseqüências na empregabilidade. Não há consenso sobre onde estaremos daqui a dez anos, mas não há como fugirmos da responsabilidade de preparar nossos alunos para poder mudar com estas transformações que continuarão a surgir nos próximos anos. Novamente, mais importante do que tentar prever com exatidão o que está por acontecer, saber reconhecer as mudanças e adapatar seu conhecimento as novas informações é uma habilidade cada vez mais necessária e primordial na nova Sociedade da Informação.

A tecnologia mediática e a própria educação estão cada vez mais juntas neste processo, seja por trazer as novas possibilidades de exploração da informação para dentro da sala de aula, seja por que a própria ferramenta computacional se torna cada dia mais indispensável para a grande maioria das profissões. Neste contexto, a *Informática na Educação* tem representado uma revolução na educação tradicional, nas políticas de educação públicas e nos formatos e metodologias propostas para a interação educando – educador. A utilização de suportes telemáticos para as aulas presenciais, semi-presenciais ou a distância é uma alternativa que se torna cada dia mais interessante, tanto em termos tecnológicos como no próprio processo de ensino-aprendizagem.

No entanto, a mera adição de suportes tecnológicos à sala de aula não contribui de forma transformadora, constituindo-se, em muitos casos, de um mero acessório ou de objetos de propaganda institucionais. Novas tecnologias e aparelhagens sofisticadas não são garantia de desempenho acadêmico, seja qual instrumento de avaliação for utilizado. A verdadeira transformação está na mudança metodológica e no repensar dos professores sobre suas disciplinas e sobre seus alunos. Dentro deste contexto, as ferramentas computacionais podem ser utilizadas de forma realmente efetiva. Ou seja, o investimento tecnológico só se justifica caso o objetivo final da implementação do sistema seja plenamente satisfatório, ou seja, a efetiva *aprendizagem* do educando. Além disso, evidencia-se que o processo de ensino precisa mudar para um processo educativo, uma vez que, segundo Moran, "ensino e educação são conceitos diferentes. No ensino organiza-se uma série de atividades didáticas para ajudar os alunos a compreender áreas específicas do conhecimento (ciências, história, matemática). Na educação o foco, além de ensinar é ajudar a integrar ensino à vida, conhecimento e ética, reflexão e ação, a ter uma visão da totalidade". (MORAN, 2000).

No âmbito deste trabalho, será destacada a prática educacional orientada pelas teorias da Investigação-Ação Educacional e a Educação Dialógica-Problematizadora, abordadas posteriormente. Como estudo de caso, a área de Heurísticas e Metaheurísticas, em cursos de graduação, foi escolhida para a aplicação da metodologia. Em relação a este tema de ensino, convém destacar que, no ensino das áreas de Engenharia, Matemática e Ciência da Computação, a área de heurísticas e metaheurísticas com aplicação em otimização de sistemas é abordada com ênfase. Em formas gerais, a otimização tem como objetivo a resolução da alocação de recursos, tipicamente limitados, com o intuito de alcançar determinados objetivos. Considerando que existe um conjunto discreto de soluções possíveis,

a resolução de um problema de otimização combinatória inclui o processo de geração, avaliação e comparação de soluções, num determinado limite de tempo. Conforme (CORNE *et al*, 1999), a otimização é um tópico central nas áreas da ciência da computação, inteligência artificial e pesquisa operacional.

2. Investigação-Ação

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 (MÜLLER, DE BASTOS, 2004). 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 conciência da metodologia que ele *realmente* prática em aula, e não mais aquela que ele *imagina* estar realizando.

Em (CARR, KEMMINS, 1986), os autores apresentam a Investigação-Ação Educacional 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 (ELLIOT, 1978) 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.*
> *(ELLIOT, 1978 apud MÜLLER, DE BASTOS, 2004)*

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, usualmante de forma colaborativa, pois o professor, neste caso, não dialoga através da imposição dos seus 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 (ANGOTTI, DELIZOICOV, 1990), 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. Este momento é primordial para que ocorra o clima dialógico, comunicativo e participativo, onde as idéias podem ser livremente debatidas – considerando que o professor, mesmo assim, ainda é o foco dirigente do processo e não pode se abster desta responsabilidade.

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. Novos desafios são colocados para a análise dos alunos, explicitando também as limitações do novo conhecimento prévio e científico.

Em (DE BASTOS e MULLER, 1999), 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." (DE BASTOS e MULLER, 1999).

3. A Matriz Dialógica Problematizadora

A Matriz Dialógica Problematizadora possibilita a criação de uma estrutura sistemática envolvendo educador, aluno, tema de estudo e contexto, favorecendo o exame e discussão da preocupação temática. Ela foi desenvolvida com origens na *Tábua Aristotélica de Invenção*, que objetivava criar uma estrutura para examinar e discutir sobre um determinado tema de forma sistemática (KEMMIS, MCTAGGART, 1988 *apud* MÜLLER, DE BASTOS, 2004). O objetivo da matriz era auxiliar os professores a definirem seus problemas sobre as orientações educativas. Considerando a IAE, é primordial para o professor entender/descobrir quais são os problemas e/ou os objetos de pesquisa que ele deverá observar durante seus atos educativos. Com a utilizacao da matriz, o professor tem a possibilidade de sistematizar suas questões centrais, utilizando a mesma como um guia para a aplicação da metodologia investigativa na sala de aula.

Em (MÜLLER, DE BASTOS, 2004), a Matriz Dialógica Problematizadora é apresentada na forma de tabela, onde os quatro lugares comuns educativos são colocados em ambos os eixos, formando a matriz. Estes quatros elementos, *professores, alunos, tema* e

contexto, são utilizados de forma a estabelecer questões investigativas entre os próprios objetos. A formulação destas questões parte do primeiro elemento, *professores*, em relação a ele mesmo, ou seja, o que é esperado dos professores com relação aos demais professores que participam das aulas? Da mesma forma, os demais elementos da tabela são preenchidos, sempre utilizando como guia o primeiro elemento e construindo a pergunta em relação a este: o que se espera dos alunos em relação aos professores, o que se espera do tema em relação aos professores, o que se espera do contexto em relação aos professores.

Ao finalizar a primeira linha, o professor inicia a construção da segunda linha, realizando as mesmas perguntas, mas mantendo agora os *alunos* em foco. Da mesma forma, as demais linhas e questões são desenvolvidas de maneira semelhante. É importante salientar que as questões construídas pelos professores não são estáticas em relação ao tempo. É possível realizar refinamentos nas questões, partindo de situações práticas, se for o caso, para preocupações temáticas e teóricas. O próprio ato de responder as questões durante e depois de uma aula dada contribui para a modificação dos questionamentos em si.

A tabela 1 apresenta a MDP desenvolvida para a disciplina Inteligência Artificial, ministrada no Curso de Ciência da Computação da Universidade Federal de Santa Maria. A disciplina tem sessenta horas e foi dividida em trinta encontros de duas horas, na modalidade presencial.

Tabela 1: Matriz Dialógica Problematizadora para a disciplina Inteligência Artificial / UFSM

	[A] Professores	[B] Alunos	[C] Tema	[D] Contexto
[1] Professores	Os professores possuem conhecimentos básicos sobre heurísticas e metaheurísticas para o Problema do Caixeiro Viajante e sobre a investigação ação-educacional que forma a base do AMEM?	Os alunos efetivamente estão aproveitando os operacionalizadores pedagógicos para o entendimento das heurísticas e metaheurísticas?	A abordagem dialógica-problematizadora potencializa o ensino de heurísticas e metaheurísticas?	As aulas de heurísticas e metaheurísticas utilizando a investigação ação-educacional, o AMEM e o LOBO favorecem no processo de ensino-prendizagem?
[2] Alunos	Como os professores podem instigar os alunos, utilizando a problematização e o AMEM?	Os alunos efetivamente estão compreendendo o que sao heurísticas e metaheurísticas através da abordagem baseada em problemas?	Quais são as dificuldades e os avanços do ensino de heurísticas e metaheurísticas utilizando o Problema do Caixeiro Viajante?	Como verificar se os alunos estão compreendendo o conteúdo de heurísticas e metaheurísticas que está sendo desenvolvido através da investigação ação-educacional, presente no AMEM?

[3] Tema	Como os professores têm construído a organização didática de suas aulas nas práticas de investigação-ação educacional de heurísticas e metaheurísticas?	Os estudantes têm assumido que os problemas vistos em aula realmente contribuem no processo de aprendizagem de heurísticas e metaheurísticas?	Será que o Problema do Caixeiro Viajante é adequado para o ensino de heurísticas e metaheurísticas?	As aulas de heurísticas e metaheurísticas contribuem para a evolução do conhecimento científico dos problemas propostos?
[4] Contexto	Os professores conseguem adotar a prática de investigação ação-educacional no ensino de heurísticas e metaheurísticas?	Os alunos têm compreendido as questões de heurísticas e metaheurísticas com a prática de investigação-ação educacional e o AMEM?	De que forma o Problema do Caixeiro Viajante e o AMEM contribuem para o ensino de heurísticas e metaheurísticas?	Quais são as contribuições do ensino de heurísticas e metaheurísticas sob a perspectiva da investigação-ação educacional no ambiente AMEM?

4. Estudo de Caso: Implementação da Investigação/Ação no AMEM

4.1 AMEM – Ambiente Multimídia para Educação Mediada por Computador

O AMEM (Ambiente Multimídia para Educação Mediada por Computador) foi baseado solidamente em uma concepção metodológica clara e objetiva, onde o professor é levado a adotar uma prática pedagógica que retrate a teoria investigação-ação fundamentadora da definição do sistema. Desta forma, os docentes imbuídos da necessidade de estudar suas próprias práticas através deste marco teórico reconhecem o ambiente como uma ferramenta única e inovadora para suas próprias ações. É importante salientar que, ao contrário de outros ambientes educacionais tradicionais, o AMEM não é apenas uma coleção de ferramentas disponíveis. Através dos operacionalizadores pedagógicos que podem ser escolhidos (programação, atividade extraclasse e atividade de colaboração), o professor pode organizar sua prática docente através da metodologia pedagógica proposta.

4.2 Implementação das Aulas

De uma forma mais genérica, a disciplina Inteligência Artificial foi dividida em quatro seções, que possuem coesão entre si e que, juntas, fornecem uma explanação metodológica de como o conhecimento nesta área é desenvolvido. Estas quatro seções são:

- Concepção e metodologia: neste primeiro momento, que representa cronologicamente as primeiras aulas da disciplina, são estabelecidas algumas idéias básicas acerca da área do saber e também sobre a metodologia de trabalho. O problema que será tratado durante todo o decorrer da disciplina (Problema do Caixeiro Viajante), também é desenvolvido nesta seção;
- Desenvolvimento de Heurísticas Construtivas: a segunda seção já inicia com a resolução do problema proposto anteriormente. Agora, já cientes da natureza do problema, é necessário buscar soluções para o mesmo e, de forma mais natural, a aplicação de heurísticas construtivas, usualmente mais simples e intuitivas, são apresentadas primeiramente;
- Desenvolvimento de Heurísticas de Melhoramento: nesta fase, é esperado que os alunos já tenham desenvolvido, tanto intelectualmente quanto na prática, através da construção de algoritmos construtivos, um entendimento muito mais apurado do problema e das dificuldades em resolvê-lo de forma eficiente. Nesta seção, são

apresentadas as heurísticas de melhoramento que necessitam, como sua base primária, de uma solução inicial, que é dada pelas heurísticas construtivas;

- Desenvolvimento de Metaheurísticas: o desenvolvimento de metaheurísticas se deve, basicamente, aos problemas encontrados nas heurísticas de melhoramento que, sozinhas, só podem atingir até um determinado patamar de eficiência. Através de experiências práticas, os alunos, nesta última fase da disciplina, já possuem elementos teóricos e experimentais para analisar as deficiências das heurísticas de melhoramento, que são a principal razão de ser das metaheurísticas.

As próximas páginas estabelecem as aulas iniciais da disciplina Inteligência Artificial, notadamente centradas na primeira seção. Para cada aula, são apresentados o conteúdo programático de cada ponto, o tempo em que será desenvolvido este tópico e as questões metodológicas de um ponto específico. Os elementos da matriz dialógica-problematizadora envolvidos em cada encontro são discutidos no final de cada aula. Estabelece-se, para questões de nomenclatura, as abreviaturas *DI*(desafio inicial), *MSEM*(melhor solução educacional no momento) e *DA*(desafio mais amplo) e *MDP*(matriz dialógica-problematizadora). As observações foram realizadas na última edição desta disciplina (2007/1).

4.2.1 Apresentação da Disciplina

Esta aula está dividida em quatro pontos:

Ponto 1	Apresentação da disciplina. Discussão sobre o que é Inteligência e do que trata a Inteligência Artificial.
Tempo	30 minutos
Metodologia	**DI**: o que é inteligência? **MSEM**: conceituação de inteligência. **DA**: algum dia, teremos, realmente, uma inteligência de máquina?
Observações	A conceituação da inteligência pode ser realizada facilmente através das respostas fornecidas pelos alunos, principalmente em relação a inteligência de máquina, que é tratada pela disciplina. Nas experiências realizadas, os estudantes tendem a conceituar inteligência baseada no comportamento, o que condiz fortemente com a disciplina. Durante a MSEM, são explorados também os conceitos de IA forte e IA fraca e o Teste de Turing(PENROSE, 1997), o que embasam os alunos para o desafio mais amplo. O DA será tratado, de forma mais específica, através de uma atividade.

Ponto 2	Apresentação do ambiente de apoio à disciplina: AMEM - Ambiente Multimídia para Educação Mediada por Computador
Tempo	30 minutos
Metodologia	DI: o que é um AVEA? MSEM: conceituação de AVEA e suas metodologias pedagógicas. DA: é possível desenvolver um AVEA que contemple uma metodologia pedagógica?
Observações	A discussão sobre o que é um AVEA e suas vantagens em relação a mera exposição do material didático na página de um professor são tópicos importantes na consolidação da metodologia de trabalho que está sendo desenvolvida. Considerando também que, no caso específico da turma, os estudantes são alunos de graduação de um Curso de Ciência da Computação, os aspectos da concepção tecnológica e pedagógica de um AVEA são elementos que podem ser discutidos com propriedade.

Ponto 3	Cadastro no Ambiente AMEM
Tempo	20 minutos
Observações	Foi reservado um espaço de vinte minutos para o cadastro no ambiente, mas como a grande maioria dos alunos já utilizava o mesmo devido a disciplinas anteriores, o tempo desenvolvido foi muito menor que o esperado, e o espaço cronológico foi preenchido pelo próximo ponto.

Ponto 4	Definição da Metodologia de Trabalho
Tempo	20 minutos
Metodologia	**DI:** o que é uma metodologia pedagógica? **MSEM:** discussão sobre as diversas metodologias educacionais. **DA:** a metodologia dialógica-problematizadora, sob o ponto de vista dos alunos, foi adequada para o ensino de heurísticas e metaheurísticas dentro da disciplina Inteligência Artificial?
Observações	Muitas vezes, os alunos, principalmente das áreas tecnológicas, traçam paralelos entre os professores e, mesmo sem uma consistência teórica, verbalizam suas opiniões sobre os docentes que, de uma maneira geral, são divididos em *bons* ou *ruins* e/ou *fáceis* ou *difíceis*. É também comum entreouvir conversas sobre a *falta de didática* de um determinado professor. No entanto, raros são os que se preocupam de maneira mais aprofundada sobre o tema. Como a disciplina foi construída em torno de uma apresentação metodológica diferenciada, muito diferente da construção bancária e positivista que grande parte dos alunos está acostumada, é interessante trabalhar com os mesmo alguns conceitos introdutórios sobre as questões pedagógicas e estabelecer as bases da metodologia que será empregada durante o resto do semestre. Em relação ao DA, o mesmo será discutido em todo o semestre, através de um fórum permanente criado no AMEM. Ao final da disciplina, os alunos receberão um questionário, onde serão propostas algumas questões relativas a metodologia como um todo (esta etapa está sendo construída no momento que este texto foi desenvolvido).

Em relação à MDP, foi definido a pergunta B3 para ser respondida durante esta aula: *Os estudantes têm assumido que os problemas vistos em aula realmente contribuem no processo de aprendizagem de heurísticas e metaheurísticas?* Esta pergunta, que realmente não pode ser respondida somente na primeira aula, deve estar em mente do professor durante a mesma para que ele possa perceber como foi estabelecida a receptividade dos alunos em relação a explicação da metodologia proposta para a disciplina. A aula aplicada demonstrou que, neste primeiro momento, os alunos sentem-se atraídos pela idéia de desenvolver a disciplina através de uma experimentação baseada na dialogicidade e na construção conjunta do conhecimento, o que demonstra que, alunos com este grau de amadurecimento (a disciplina ocorre no último semestre do curso), estão preocupados também com questões relativas ao aprendizado fora dos bancos escolares tradicionais e institucionais.

4.2.2 Inteligência Artificial e suas Inter-relações com a Sociedade da Informação

Esta aula está dividida em dois pontos:

Ponto 1	Exibição da entrevista de Minsky sobre a Inteligência Artificial, seus problemas, perspectivas e o futuro da área.
Tempo	40 minutos
Observações	Marvin Minsky é um dos “pais” da Inteligência Artificial, co-fundador do

	Artificial Intelligence Laboratory do *Massachusetts Institute of Technology*. A entrevista, distribuída na série IstoÉ Grandes Temas: Inteligência Artificial, Minsky trata da sua própria experiência dentro da área e discute alguns temas relacionados ao futuro da área e, principalmente, sobre como a IA pode resolver problemas.

Ponto 2	Análise da entrevista e debate.
Tempo	60 minutos
Metodologia	**DI:** a IA pode resolver problemas difíceis por ser *inteligente* ou porque o programador era *inteligente*? **MSEM:** conceituação de "problema" em IA e solução. **DA:** algum dia, teremos, realmente, uma inteligência de máquina?
Observações	Através do debate após a entrevista do Minsky, é possível estabelecer as diferenças entre a *resolução inteligente de problemas* e a própria inteligência. Nas experiências realizadas, os alunos têm se mostrado céticos em relação a um *ser* inteligente que possa provir da computação atual, opinião que é compartilhada por Minsky, que apregoa que um novo tipo de *hardware* e *software* são necessários para o desenvolvimento real de uma inteligência de máquina. É importante ressaltar que o DA deste ponto é igual ao DA do primeiro ponto da aula anterior. Neste momento, o professor deve dirigir os alunos para o debate sobre o futuro da IA, em termos das perspectivas levantadas por Minsky e os debates em aula.

Em relação à MDP, foram definidas as pergunta C3 e A2 para serem respondidas durante esta aula: (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?* A primeira questão, que também permeia outras aulas e é discutida no final da disciplina com os alunos, envolve as expectativas dos alunos em relação ao tema. A pergunta também poderia ser reformulada como: *os alunos se sentem motivados para aprender inteligência artificial através da resolução de um único problema*? Através da discussão dos alunos e da proposta da primeira atividade, que é apresentada a seguir, são estabelecidos alguns parâmetros que servem como guia para responder o questionamento.

A grande maioria dos alunos acredita que a resolução inteligente de problemas é o objetivo da Inteligência Artificial ou, mais precisamente, o objetivo maior ou mais *palpável*. Desta forma, é crível trabalhar com um problema que pode ser formulado rapidamente e que tem uma grande aplicação prática como ponto de apoio para a disciplina. A percepção das colocações que são discutidas nesta aula e na colaboração desenvolvida fora do *locus* escolar deve ser levada em conta quando da definição do PCV como problema a ser trabalhado, principalmente em relação a importância do mesmo, o que serve como parâmetro para analisar a segunda pergunta.

Atividade 1	A Inteligência Artificial e a Inteligência de Máquina
Tempo	02 semanas
Questão	Com base no debate em aula sobre a visão de Minsky sobre a Inteligência Artificial e através das leituras das bibliografias indicadas abaixo, responda: sistemas baseados em Inteligência Artificial podem ser realmente considerados inteligentes?
Bibliografia	MAROLDI, Marcelo Masson. Computação e cognição. In: Ciências & Cognição, v. 07. pg. 122-127. 2006. Disponível por www em *http://www.cienciasecognicao.org/pdf/v07/m31676.pdf* SICHMAN, Jaime. Mais próximos de HAL 9000: caminhos e desafios da Inteligência Artificial. Entrevista com Jaime Simão Sichman, Revista Eletrônica ComCiência, 2005. Disponível por www em

http://www.comciencia.br/entrevistas/2005/10/entrevista2.htm
Inteligência Artificial. Verbete, Wikipédia, disponível por www em *http://pt.wikipedia.org/wiki/Inteligência_Artificial*

Análise da Atividade 1

A atividade 1 da disciplina foi desenvolvida com o intuito de fazer os alunos pensarem sobre o que é inteligência e como ela pode ser implementada dentro de um computador. Analisando as respostas dos alunos, podemos verificar que existem quatro grupos bem distintos:

- não há como gerar uma verdadeira inteligência de máquina, ou seja, a inteligência é inerente aos organismos vivos: os alunos que defendem este ponto de vista não estão sozinhos, pois diversos pesquisadores, que foram *catalogados* como desenvolvedores da IA Fraca por Searle, acreditam que uma verdadeira inteligência de máquina não pode ser obtida através de algoritmos. É importante notar que, mesmo sendo alunos do último semestre do curso, a grande maioria dos mesmos nunca havia desenvolvido um tipo de programa que envolvesse variáveis de controle que podem alterar de forma dramática o comportamento do mesmo (típico das heurísticas). Desta forma, frases como "*...por mais não determinístico que seja um sistema, ele não passa de uma seqüência de código a ser seguida...*", "*Os sistemas que utilizam Inteligência Artificial, na verdade são representações da inteligência de seus criadores. Feitos para auxiliar em tarefas específicas, os programas que usam inteligência artificial, apenas geram resultados a problemas previstos (normalmente) pelos seus desenvolvedores*", e *"...os sistemas não são capazes de compreender o problema em questão..."* são comuns e bem recebidas por estes alunos;
- é possível resolver problemas de forma inteligente e é possível *simular* uma inteligência real: aqui, a discussão permeia outros caminhos. A questão sobre a *simulação* de comportamentos é bastante emblemática para estes alunos, envolvendo, principalmente, relações sobre o *objetivo* do sistema desenvolvido. Se o objetivo é que um sistema possa *imitar* com perfeição um ser humano, tanto fisicamente quando em relação as suas ações, estes alunos acreditam que isso é possível. Mas se o objetivo é imitar o pensamento humano, então há problemas extremamente complexos na área que este grupo de alunos acredita ser insolúveis. Algumas frases representativas destes alunos exemplificam de forma clara estes pensamentos: *"...eles (os computadores) não conseguem ter consciência da problemática em questão..."*, "*...as máquinas podem reagir, dialogar e agir da mesma forma que os seres humanos, o que vem a ser a reprodução do comportamento. No entanto, elas não fazem isso por conta própria, sem livre e espontânea vontade...*" e "*...sistemas baseados em inteligência artificial ainda não são capazes de simular com perfeição o* ***pensamento****..."*;
- a resposta depende do conceito de inteligência: muitos alunos acreditam que, para reconhecermos se um computador é realmente inteligente, a questão sobre o que é inteligência está em primeiro lugar. Baseados fortemente na dicotomia de Searle, este grupo apresentou respostas coerentes com as diferenças existentes entre a solução inteligente de problemas e a verdadeira inteligência, como é possível observar nos seguintes pensamentos: *"...depende o que for considerado "inteligência". Se ao abordarmos o conceito de inteligência como um conceito relativo cognição do ser humano, responsável pela formação da razão, não considero que uma máquina possa realmente ser inteligente. Por outro lado, se considerarmos inteligência como instrumento de resolução de problemas, com capacidade de adaptação à certas circunstâncias, pode-se dizer que a máquina é inteligente..."* e *"...se considerarmos que a capacidade de reconhecer padrões e*

encontrar soluções adequadas é uma forma de inteligência, então podemos afirmar que a IA é inteligente...”;

- por último, há um grupo (reduzido) de alunos, que acredita que é possível a criação de uma verdadeira inteligência de máquina. Novamente, cabe salientar que os alunos estão apenas no início da disciplina e a *desconfiança* acerca de como ou por que um algoritmo pode ser considerado inteligente ainda está plenamente enraizada. É interessante observar que, na bibliografia apresentada para a construção da atividade, todos os pontos de vista apresentados reafirmam a convicção de que, algum dia, uma inteligência verdadeiramente computacional vai emergir. Mesmo assim, a maioria dos alunos não optou por este caminho. Para os que acreditam nesse caminho, as frases mais contundentes foram: “*...talvez encontremos a forma mais adequada de realizar “sinapse” em silício...”* e *”...(a inteligência) é a capacidade deste em interagir e aprender para a realização de um objetivo. E isso, alguns sistemas atuais baseados em inteligência artificial já são capazes de fazer, ou seja, esses sistemas podem ser realmente considerados inteligentes...”*.

O objetivo desta tarefa, muito mais do que simplesmente medir o conhecimento do aluno ou verificar se ele entendeu ou adquiriu algum preceito básico, era realmente instigá-los a gastar parte do seu tempo para pensar sobre o futuro da computação como um todo, pois a área de Inteligência Artificial está rapidamente abarcando preceitos e interferindo no desenvolvimento de inúmeros outros setores da informática. Ao pensar sobre o que é inteligência e como ela pode ser processada em uma máquina, alguns conceitos começam a aparecer com mais freqüência no vocabulário nos alunos, mesmo que de forma incipiente, principalmente relativos a o que é um *problema* e o que é um *objetivo*. Este conceitos, pincelados de forma vaga nas respostas, foram trabalhados com os alunos em dois momentos:

- de forma direta, através da inserção de comentários nas respostas dos alunos;
- de forma global, através de um debate sobre o tema, após a finalização da tarefa.

4.2.3 Complexidade Computacional

Antes de observar com mais detalhamento esta aula, é importante ressaltar que os alunos de Inteligência Artificial devem realizar a disciplina de *Projeto e Análise de Algoritmos*, que tem como objetivos analisar e projetar algoritmos, levando em consideração a complexidade computacional envolvida, com o objetivo de encontrar soluções computacionais ideais para os problemas. Sua ementa envolve: (a) Introdução e fundamentos matemáticos; (b) Técnicas de projeto e análise; e (c) Algoritmos selecionados.

Desta forma, a aula sobre Complexidade Computacional serve para recapitular alguns conceitos e adequar algumas definições, exemplificando as métricas de complexidade em relação aos problemas que a inteligência artificial usualmente abarca. Esta aula está dividida em dois pontos.

Ponto 1	Análise de Algoritmos e Tempo Polinomial
Tempo	50 minutos
Metodologia	**DI:** como saber quanto tempo um computador leva para resolver um problema? **MSEM:** definição de problema, algoritmo, instância e solução. **DA:** há soluções melhores do que outras? **DI:** o que é um algoritmo *bom*? **MSEM:** definição de tempo polinomial. **DA:** todos os problemas são resolvidos em tempo polinomial?
Observações	O primeiro ponto desta aula é dividido em duas partes em termos de estratégia metodológica. Primeiramente, o aluno é instigado a pensar, ou mais apropriadamente, a recordar, os conceitos da disciplina *Projeto e Análise de Algoritmos*. Na experiência realizada, era fácil constatar que muitos tinham noções razoáveis sobre complexidade computacional e que a construção das definições foi realizada satisfatoriamente. O DA desta parte é, em última análise, o DI da segunda parte, pois para que um algoritmo seja *melhor* do que outro, é necessário saber o quão *bom* é o sistema que está sendo avaliando. Em relação à segunda parte, a intenção era repensar a complexidade em termos mais próximos à Inteligência Artificial e, mais precisamente, a área de Heurísticas e Metaheurísticas. A definição do que é um tempo polinomial e a forma como podemos caracterizar um *bom* algoritmo são essenciais para o entendimento dos algoritmos que são apresentados posteriormente. Os alunos, usualmente, conceituaram um algoritmo como *bom* ligando a expressões como *rápido* e *solução eficiente*. Os dois conceitos são essenciais na definição do que é o PCV e como ele pode ser resolvido.

Ponto 2	Redução e Classes de Problemas
Tempo	50 minutos
Metodologia	**DI:** existe diferença entre resolver o problema e avaliar o custo de um problema? **MSEM:** definição de redução e classes de problemas. **DA:** quais são os problemas NP que existem na literatura?
Observações	A maioria dos alunos não percebe a diferença entre a resolução e a avaliação do custo de resolver um problema e, mesmo depois de todas as discussões, tais pendências permaneceram por um bom tempo. Esta questão só se tornou consolidada nos alunos no momento em que os mesmos construíram seus próprios algoritmos e testaram, na prática, os diferentes métodos heurísticas e metaheurísticos. Com os resultados computacionais na mão, as definições apresentadas nesta aula se tornaram mais claras. A DA deste ponto foi utilizada como ponto de partida para uma Colaboração.

Por se tratar de uma aula que permeia o objetivo principal da disciplina, foi escolhida a pergunta C1 da MDP: *A abordagem dialógica-problematizadora potencializa o ensino de heurísticas e metaheurísticas?* Problematizar o conhecimento prévio dos alunos, de forma a obter uma construção mais rica dos conceitos e seus inter-relacionamentos, constituiu uma prática interessante para abordar um assunto intricado como a Complexidade Computacional. Através da definição de perguntas chave (DI), os alunos foram conduzidos a pensarem sobre suas próprias asserções mentais acerca de um tema já visto em outro momento, cuja relação aos objetivos educacionais atuais é crucial. Novamente aqui, mostra-se mais uma vez a importância da gerência do processo educativo pelo professor. Mesmo mantendo um canal aberto de diálogo e de comunicação com seus alunos, ele deve conduzir os mesmos através

das ligações entre os assuntos, caso estas não sejam corretamente interpretadas pelos mesmos. Na experiência realizada, foi observado que havia problemas em relação a conceituação formal, pois noções acerca de tempo computacional eram facilmente confundidas com tempo de máquina. Ao pensar sobre os problemas apresentados, alguns alunos sairam do conforto do *saber* anterior e sentiram-se, momentaneamente, desconfortáveis com a dicotomia entre o que eles *imaginavam* ser verdade e como esta mesma *verdade* já não era mais aplicável em outras situações. A problematização, neste caso, atuou fundamentalmente na *desestabilização* dos conceitos para que novas idéias fossem discutidas.

Colaboração 1	Quais são os problemas NP que existem na literatura?
Tempo	Até o próximo encontro
Questão	Considerando as questões relativas à Complexidade Computacional desenvolvidas na última aula, traga os tipos e a conceituação sobre os problemas NP que existem na literatura.

Análise da Colaboração 1

Ao final da terceira aula, foi apresentado aos alunos a colaboração que poderia ser respondida até a próxima aula, sem compromisso em relação a atribuição de notas. Um percentual muito menor de alunos respondeu a mesma, comparativamente à *atividade 1*, que tinha um caráter obrigatório. De qualquer forma, vários alunos buscaram informações, notadamente na *internet*, sobre os tipos de problemas NP, trazendo definições sobre o próprio Problema do Caixeiro Viajante, o Problema da Mochila, o Problema da Coloração de Grafos e o Problema do Particionamento. As informações contidas nas respostas dos alunos foram utilizadas na próxima aula, a última desta seção, ação que representa o verdadeiro objetivo desta colaboração, tentando mostrar ao aluno que sua participação influi no desenvolvimento da aula e tem resposta imediata do professor à suas colocações.

4.2.4 O Problema do Caixeiro Viajante

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

Ponto 1	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 2	Problemas de Otimização Combinatória
Tempo	50 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 3	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.

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. 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 da problema alvo na sociedade produtiva em geral.

5. Conclusões

As heurísticas e metaheurísticas são algoritmos e, como tal, foram desenvolvidas para a resolução de problemas. Ensinar um algoritmo é, em última análise, ensinar a resolver um problema. Os conteúdos desenvolvidos na pesquisa operacional podem ser problematizados de forma direta e natural, pois o cerne da área está no desenvolvimento de soluções para dificuldades do mundo real.

Recapitulando, a necessidade do professor em avaliar continuamente sua forma de ensinar está em sintonia com a própria mudança dos paradigmas que permeiam as áreas científicas, onde o conhecimento já não é mais estático, mas contínuo e em processo permanente de transformação. A busca dos professores pelo saber científico continua sendo crucial, mas a necessidade de readequar sua prática de ensino a uma sociedade calcada na *informação* se torna premente na busca da formação de profissionais cujas habilidades de pesquisa e aprendizagem se tornam cada vez mais cruciais.

Para a área de heurísticas e metaheurísticas, estas preocupações alcançam novos patamares, pois o campo é tão vasto e rico em problemas que é necessário que o aluno reconheça os pontos principais de uma determinada situação, sugerindo e testando soluções criativas. Novos problemas, novas soluções. Desta forma, não há, a princípio, uma forma única e irrestrita que possa resolver *todos* os problemas da área

de pesquisa operacional, bem como não há, em um tempo curto como o de uma disciplina de graduação, ou mesmo em um curso inteiro, como explorar todas as míriades possibilidades de problemas e soluções possíveis envolvendo heurísticas e metaheurísticas.

Buscando apoio nas características da área, principalmente no que concerne à resolução de problemas, foi estudado e definido como norteador do processo de ensino aprendizagem a metodologia dialógica-problematizadora, onde se estabelece como princípio geral a construção do conhecimento através da discussão das teorias embasadas nas idéias dos próprios alunos. No entanto, convém mais uma vez lembrar, que o professor é o dirigente do processo, ou seja, a sistematização do conhecimento coletivo deve ser conduzida pelo docente.

Este estudo formou a base que foi utilizada para analisar e desenvolver o Ambiente Multimídia para Educação Mediada por Computador (AMEM) – 2.0. Através das práticas pedagógicas e de sistema ambientedas na primeira versão do AVEA, novos operacionalizadores foram construídos, bem como a sua interface foi readequada. No entanto, como foi constatado anteriormente, a simples utilização de um arcabouço tecnológico não é elemento primordial para que todos os objetivos educacionais sejam atingidos. A tecnologia pode ser uma ferramenta importante e, até mesmo, indispensável, mas o conteúdo e a forma de apresentar e interagir com os alunos é o que realmente faz a diferença entre as práticas bancárias que Paulo Freire condena e o professor investigador e auto-avaliador.

Algumas conclusões prévias podem ser discutidas, através das primeiras observações. Dentre as experiências realizadas, se nota, primeiramente, o grau de amadurecimento dos educandos envolvidos nesta metodologia. A realização de diversas experiências e o estudo de um problema único, onde todos estão envolvidos, desenvolveu uma massa crítica de conhecimento que se desaguava nas aulas presenciais. Comparativamente as experiências de educação tradicional – baseado no quadro e giz – os educandos se tornaram muito mais participativos, inquisitivos e propositivos.

Mesmo que nem todas as idéias apresentadas fossem coerentes ou produtivas, a simples menção das mesmas em aula comprova que os educandos estavam pensando no problema proposto, ao contrário de simplesmente estarem recebendo um conhecimento pronto para ser deglutido. Através do uso do objeto de aprendizagem com uma metodologia adequada, é possível melhorar o entendimento dos métodos matemáticos envolvidos na área de pesquisa operacional sem perder a profundidade necessária.

6. Referências Bibliográficas

ANGOTTI, J. A. P., DELIZOICOV, D. N. *Metodologia do Ensino de Ciências*. São Paulo: Cortez, 1990.

CARR, W., KEMMIS, S. *Becoming Critical: Education, Knowledge and Action Research*. Brighton, Uk: Falmer Press, 1986.

CORNE, D., DORIGO M., GLOVER, F. *New Ideas in Optimization.* Mcgraw Hill, Berkshire, 1999.

DE BASTOS, Fábio da Purificação.; MULLER, Felipe Martins. *Criando Desafios em Informática*. In: Atas da IV Escola de Verão sobre Investigação-Ação Educacional. UFSM, Santa Maria, RS, 1999.

ELLIOT, J. *What is Action-Research in Schools?* In: Journal of Curriculum Studies, v.10, n.4, p. 355-357, 1978.

KEMMIS, S.; MCTAGGART, R. *Cómo Planificar La Investigación-ación.* Barcelona: Editorial Laerts,1988.

MORAN, J.M. *Ensino e Aprendizagem Inovadores com Tecnologias Audiovisiuais e Telemáticas.* In: Novas Tecnologias Pedagógicas. Moran, Masetto, Behrens (Eds). Campinas, São Paulo, 2000

MÜLLER, Felipe Martins, DE BASTOS, Fábio da Purificação. *Matriz Dialógico-Problematizadora como Ferramenta Organizadora do Trabalho Escolar no AMEM*. In: Congresso Nacional de Ambientes Hipermídia para Aprendizagem. Florianópolis: 2004.

PENROSE, Roger. *A Mente Nova do Rei*: computadores, mentes e as leis da física. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

POPPER, K. *Verdade, racionalidade e a Expansão do Conhecimento Científico*. In: Conjecutras e Refutações (Popper, K. (org.)). Coleção Pensamento Científico, Ed. Universidade de Brasília, 1983.