

### III Workshop de Tecnología Informática Aplicada en Educación

#### Sociedades Artificiais: Repensando o Desenvolvimento de Ambientes de Ensino-Aprendizagem

Msc. Henrique Oliveira da Silva – hosilva@terra.com.br

Dr. Dante Augusto Couto Barone – barone@inf.ufrgs.br

Dra. Cleci Maraschin – clecimar@orion.ufrgs.br

Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS  
Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação – CINTED  
Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação – PGIE  
Av. Paulo Gama, 110 – prédio 12105 – 3º andar – Campus Centro  
90040-060 – Porto Alegre – RS – Brasil

#### Resumo

O presente artigo sugere a utilização do conceito de Sociedades Artificiais como ferramenta de modelagem e desenvolvimento de Ambientes de Ensino-Aprendizagem (AEA). O desenvolvimento de AEA baseados nesse conceito cria sistemas mais eficazes. Além disso, a abordagem é isomórfica o que facilita o processo de ensino-aprendizagem. Para apresentar o conceito são discutidas questões referentes ao processo de Modelagem Computacional, Pressupostos Cognitivos, Inteligência Artificial e Sociedades Artificiais. Por fim são apresentados alguns casos de usos que podem ser considerados como Sociedades Artificiais, mesmo que estes não tenham sido desenvolvidos como tal, o que demonstra o caráter de metamodelo sistêmico do conceito. O objetivo é mostrar as vantagens da utilização desse conceito no processo de desenvolvimento e utilização de AEA.

**Palavras-Chave:** Informática Educativa, Sociedades Artificiais, Inteligência Artificial, Ambientes de Ensino-Aprendizagem

#### 1. Introdução

Para poder desenvolver um Ambiente de Ensino-Aprendizagem (AEA) o desenvolvedor precisa levar em conta aspectos cognitivos e pedagógicos. Ao contrário dos Sistemas de Informações empresariais, os AEA não são apenas processos de armazenamento, recuperação e manutenção de dados. O sistema precisa ser capaz de despertar, ou permitir, a criação de relações entre o usuário e o meio. Além disso, é preciso também considerar aspectos relativos a interferência da tecnologia no viver do usuário. Esses aspectos podem ser relativos ao seu convívio social ou ao seu processo de aprendizagem. Tais aspectos são objeto de estudo da área da Psicologia Cognitiva conhecida como Ecologia Cognitiva.

Duas podem ser as compreensões da expressão Informática na Educação: a influência que uma ciência de cunho lógico-matemático pode ter no processo de educação, e, como que os desenvolvimentos tecnológicos da informática podem ser utilizados no processo educacional. Na realidade, a linha que separa as duas realidades é bastante tênue, mas podemos considerar que a primeira se refere ao fim enquanto que a segunda se refere aos meios. Essas duas realidades têm um caráter nobre, porém, ainda é comum confundir os ganhos inerentes a tecnologia que está implícita

em um computador, enquanto utilizadas como meio, sendo essa, em geral, a grande finalidade do uso do computador na educação. A tecnologia da informática já trás implícita a velocidade e economia de recursos. Essas características podem atrapalhar o processo de definição de como se pode utilizar a informática na educação.

Mais do que desenvolver um ambiente de Múltiplos Sistemas Multiagentes (MSMA), como a proposta inicial apresentada no livro *Sociedades Artificiais: as novas fronteiras da inteligência nas máquinas* [BAR03], o estudo de Sociedade Artificial possibilita uma abordagem cognitiva alternativa, capaz de auxiliar no processo de aprendizagem, permitindo, assim, a utilização de software's convencionais, como o CMAPS, o SIMULA, Modellus, SIM's, RPC, entre outros, através da realização de dinâmicas de grupo ou através da interação homem-máquina.

De fato, AEA informatizados, desenvolvidos a partir de conceitos de Sociedades Artificiais são ferramentas de apoio no processo pedagógico. A Ilustração 1 mostra as relações existentes entre os conceitos a serem discutidos nesse artigo<sup>1</sup>. É possível ter uma visão simplificada da relação existente entre os conceitos de Inteligência Artificial e Sociedade Artificial, bem como, da relação entre a pedagogia e os AEA.

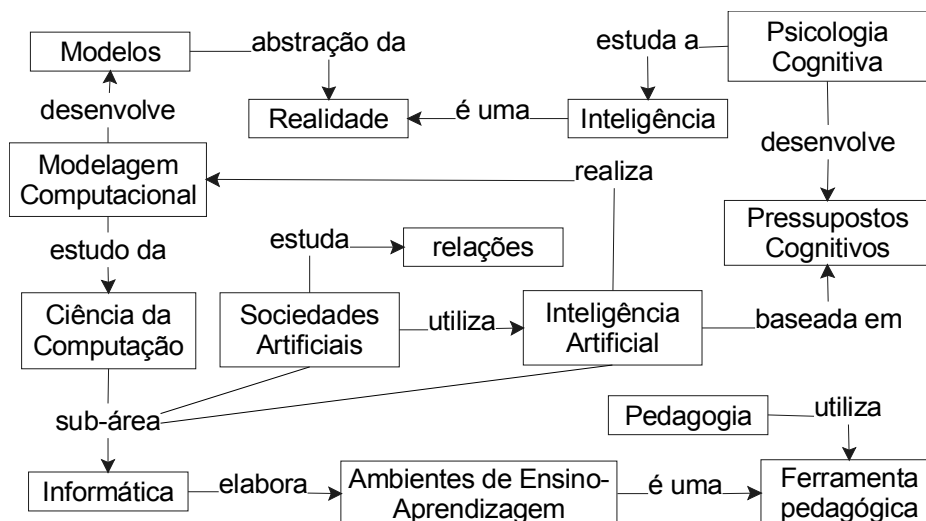


Ilustração 1. Mapa Conceitual - Relação entre: Sociedades Artificiais, Informática na Educação e AEA

Para entender a abordagem de Sociedades Artificiais proposta, o presente artigo começa discutindo questões relativas ao conceito de Modelagem Computacional. Em seguida discute-se alguns tópicos relevantes relativos aos processos pedagógicos e cognitivos, são os chamados pressupostos cognitivos. Na seção seguinte é discutida a Inteligência Artificial. Somente a partir das ponderações feitas até esse ponto passa-se para a apresentação do tema chave que são as Sociedades Artificiais. Por fim são apresentados alguns casos de utilização do conceito aplicados a objetos computacionais existentes.

<sup>1</sup>A ilustração é uma simplificação das relações existentes. São omitidas muitas outras relações e conceitos inerentes aos objetos citados, porém, são mostradas as relações que podem auxiliar no entendimento da proposta aqui apresentada.

## 2. Modelagem Computacional

Nessa seção serão discutidos conceitos de modelagem relevantes ao estudo de Sociedades Artificiais enquanto metodologia de modelagem de problemas que podem ser representados computacionalmente.

O conceito de modelagem computacional consiste basicamente no processo de tradução de um problema através da criação de um modelo que pode ser realizado computacionalmente. Um modelo é uma simplificação da realidade, pois trata-se de uma abstração, baseado na percepção, necessidade, conhecimento e ferramental disponível ao tradutor [GOL00].

No processo de modelagem, o principal cuidado a ser observado, no momento da tradução, é a modelagem das causas e não dos efeitos. A postura adequada para evitar essa falha consiste no profundo conhecimento da realidade traduzida, senão, pelo menos, da correta orientação por parte de especialista competentes da área em questão.

Outro aspecto importante diz respeito à criação de modelos de alto nível, isomorfos, nesse caso, os componentes das Sociedades Artificiais e ela própria. É importante criar uma relação de identificação entre o usuário e o modelo criado. Essa relação é criada através do isomorfismo entre a realidade perceptiva do usuário e a realidade modelada. O usuário precisa “entender” o modelo apresentado, portanto, os modelos devem ser semelhantes a noção de realidade ou fantasia do usuário. Apesar de estarem distintas, noção de realidade e fantasia, são efeitos colaterais da percepção do usuário, são seus modelos mentais, igualmente criados a partir da realidade, porém, sob o filtro de seus próprios pressupostos. Por utilizar agentes de software, entidades autônomas capazes de realizar uma tarefa específica em nome do usuário, as Sociedades Artificiais são fortes candidatas a atenderem esse requisito.

As Sociedades Artificiais são, basicamente, modeladas a partir de modelos simbólicos descritivos matemáticos. A matemática permite a representação de relações através do conceito conhecido como função. Uma função matemática nada mais é do que um mecanismo de manipulação de símbolos, que segue axiomas matemáticos, com a qual se pode chegar a resultados semelhantes aos obtidos na observação dos objetos que essa função representa, ou seja, é uma maneira de se chegar ao mesmo resultado, ou de se prever o resultado, seguindo um caminho diferente do mundo real. Nesse caso, seguir um caminho diferente significa, codificar uma realidade em símbolos, executar um conjunto de regras predefinidas, decodificar os símbolos e obter o mesmo resultado codificado da realidade abstraída, ou seja, funções matemáticas são modelos.

Os modelos matemáticos são utilizados para fundamentar teorias. Uma teoria matemática que está relacionada ao estudo social é chamada de Teoria dos Jogos apresenta e discutida por Cris Rohmann em [ROH00]. Outro autor que explora o conceito de Teoria de Jogos é Robert Wright em [WRI00]. Para o autor a Teoria de Jogos é a base matemática que fundamenta a complexidade social atual, mais ampla e profunda.

O estudo de Modelagem Computacional está ligado a necessidade de determinar-se uma realidade que possa servir como referencia para a criação de um modelo social. O modelo sugerido em [BAR03] como referencial para o estudo de Sociedades Artificiais é a Teoria Computacional da Mente. Mesmo estando baseado nesse conceito, o objetivo aqui não é modelar o cérebro ou a mente, mas sim, utilizar os estudos desse tipo de sistema, e de suas relações, para então fundamentar o conceito de social a ser explorado.

A Teoria Computacional da Mente está diretamente ligada ao conceito de mente, e, conseqüentemente, ao conceito de inteligência. A inteligência é objeto de estudo das chamadas Ciências Cognitivas. Desse estudo surgem os pressupostos cognitivos: postulados, hipóteses, teses que procuram explicar e modelar o conceito de inteligência. Para entender melhor qual a importância para o estudo de Sociedades Artificiais, a próxima seção discute alguns aspectos desses pressupostos.

### 3. Pressupostos Cognitivos

Existem três formas de modelagem da interação entre objeto e inteligência aceitas em Psicologia Cognitiva, são elas: as Regras de Produção, as Redes Semânticas e os Modelos Conexionistas [EYS94]. Os modelos criados por essas três abordagens visam traduzir processos inteligentes para fins de normalização e compreensão da inteligência. As regras de produção são muito semelhantes aos algoritmos. As redes semânticas são semelhantes aos Mapas Conceituais e os Modelos Conexionistas às Redes Neurais.

Tais modelos são apenas uma forma de representação possível da realidade. Sua importância no estudo de Sociedade Artificiais está no fato de todos representarem o conceito de relação. Aliás, esse conceito pode ser encontrado em muitas outras técnicas de modelagem, senão em todas, como por exemplo nos modelos utilizados em Análise de Sistemas: UML, Orientação a Objetos, Diagramas de Fluxo de Dados, Diagramas de Entidades Relacionamento, fluxogramas, etc.

Mas o conceito de relação extrapola a noção de modelo e também é encontrado no nosso dia-a-dia, nas nossas relações pessoais e profissionais. Dentro das relações profissionais existem as relações de AEA. Essas relações podem acontecer entre um mediador e um aprendiz ou entre o aprendiz e o conhecimento, como pode ser visto na Ilustração 2.

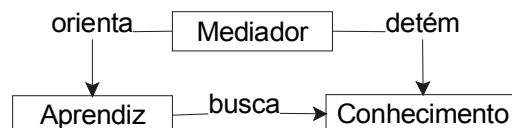


Ilustração 2. Mapa Conceitual - Relação entre: Mediador, Aprendiz e Conhecimento

As relações apresentadas na Ilustração 2 mostram o papel do mediador. Apesar de ser o termo utilizado por Vigotsky nada impede que a abordagem apresentada nessa figura seja orientada de forma construtivista piagetiana, ou seja, essa relação pode ser considerada como um metamodelo de interação de AEA envolvendo três instâncias: uma que é o objeto a ser adquirido, outra que é o objeto que deseja adquirir e outra é o objeto que já adquiriu o outro objeto.

Postulando que a relação é a essência da natureza, é possível afirmar que o recurso mais importante que a informática deve proporcionar é a criação de relações no processo de AEA. Portanto, não deve-se cometer o erro, quando da utilização da informática na educação, de simplesmente substituir processos reais por virtuais, através da modelagem, visando melhoras em termos de tempo e de recursos físicos. A informática educativa tem que ser desenvolvida dentro de seu universo próprio, ou seja, não basta valer-se da capacidade de simular o real é preciso desenvolver o que só pode ser realizado em ambientes computacionais. As relações desenvolvidas tem que ser aquelas que não podem ser desenvolvidas através de outros mecanismos. Mesmo que essa utilização seja apenas uma forma de reforço a outras técnicas não baseadas em computação.

Um exemplo simples de algo que não pode ser realizado diretamente no mundo real são os jogos Tetris e Blockout. A menos que fossem desenvolvido um brinquedo que os imitassem, não existe realidade direta sobre esses software. Existem realidades paralelas ou semelhantes que podem ser utilizadas para aprimorar o jogador e vice-versa. Isso quer dizer que a utilização de técnicas diferentes, sejam elas baseadas ou não em computação, são complementares no processo de AEA.

Para aceitar-se tal afirmação é preciso considerar o seguinte pressuposto cognitivo: toda realidade manipulada cria metamodelos sistêmicos e estes são utilizados pelos mecanismos de abstração, metáforas e criação. A partir desse pressuposto é possível deduzir que a operação de um ou de outro sistema aperfeiçoa o indivíduo para realizações que pertencem a mesma vizinhança e que podem ser interpretadas pelo metamodelo criado.

O metamodelo de resolução, é o processo de criação de um modelo mental do que está sendo interagido. Para que esse metamodelo seja a relação que será utilizada como base para resolver problemas semelhantes é necessário que ele não reconheça o objeto das relações, ou seja, ele simplesmente irá guardar as relações ou estruturas.

Apesar de existirem muitos outros pressupostos cognitivos, o principal para nós e o conceito de relação aqui apresentado. O próximo passo consiste em discutir alguns conceitos de Inteligência Artificial, que, juntamente, com as demais discussões formarão a base de entendimento e compreensão do conceito de Sociedade Artificial.

#### **4. Inteligência Artificial**

A inteligência Artificial se baseia em pressuposto cognitivos para desenvolver modelos computacionais que são capazes de implementar inteligência. Em termos gerais, podemos pensar a obtenção de inteligência artificial em termos de duas correntes de pensamento científico: os baseados em princípios estocásticos e os baseados em interações de entidades autônomas. Para a linha baseada em princípios estocásticos, existe uma forte crença de que, a inteligência provém de processos que são capazes de gerar dados aleatórios e da capacidade de processamento paralelo do cérebro. Por outro lado, a corrente científica, na qual se apóia o estudo das Sociedades Artificiais, acredita que a inteligência emana da complexidade de interações entre entidades autônomas capazes de desenvolverem um sistema sinérgico. As duas teorias não são mutuamente exclusivas mas complementares. A diferença entre elas está no fato de que a teoria de complexidade de interações autônomas considera a aleatoriedade do sistema e sua capacidade de processamento paralelo como meios e não como o fim capaz de determinar ou criar inteligência [BAR03]. Essa separação demonstra a aplicação da proposta de separação de causas e efeitos. Por consequência, o conceito de Sociedades Artificiais corrobora com a idéia defendida pela IA Forte.

Porém, nem todos os cientistas concordam com essa linha de pensamento. De fato, seus argumentos são bastante relevantes e devem ser considerados mesmo em nosso estudo. James Trefil acredita e afirma que os computadores desenvolverão um tipo próprio de inteligência e consciência que o homem ainda não é capaz de entender [TRE99]. Sua postura afirma que a inteligência dos computadores não será semelhante à inteligência humana, podendo até mesmo vir a transcendê-la. Essa abordagem extrapola a definição de IA Forte e é bastante polêmica.

Alguns cientistas acreditam que a inteligência esta ligada à organização do sistema. Para solucionar um problema o ser humano organiza seu conhecimento de forma a demonstrar a solução do problema.[BAR03]

Alonzo Church conjecturou que *qualquer* receita ou conjunto de passos bem definidos que seguramente produza a solução de algum problema em um período de tempo finito (ou seja, qualquer algoritmo) pode ser implementado em uma máquina de Turing. O indiscutível é que as máquinas de computação podem ser inteligentes. [PIN98]

Como é possível perceber essa discussão não para por aqui, mas para o presente artigo ela é suficiente por trazer ao conhecimento do leitor certos aspectos da discussão entre IA forte e IA fraca. Essa discussão é relevante por estar ligada diretamente a capacidade de autonomia e aprendizado de agentes de software. Agentes deficientes nesses aspectos não transmitem confiança ao usuário, pois, não seguem as regras de isomorfismo.

Feitas as considerações gerais podemos passar para os aspectos específicos de Sociedades Artificiais na seção seguinte.

## 5. Sociedades Artificiais

Ao tentar definir o significado do termo Sociedades Artificiais, nós nos deparamos com diversas interpretações. Estudiosos das Ciências Sociais tendem a entender o conceito de Sociedades Artificiais sobre dois aspectos: as Comunidades Virtuais e a influência do desenvolvimento tecnológico na sociedade. Essas abordagens também são objeto de estudos da ciência conhecida como Ecologia Cognitiva. Do ponto de vista da Ciência da Computação, Sociedade Artificial é o estudo das interações entre MSMA. Também é possível conceber a modelagem de sistemas computacionais baseados em estudos da Sociologia, porém, o termo mais apropriado seria Computação Social [BAR03].

A abordagem utilizada em [BAR03] consiste em um conjunto de agentes, com finalidades diferentes, que podem interagir dentro de um mesmo ambiente, compartilhando ou concorrendo por recursos segundo regras comuns.

Em ciência da computação as sociedades artificiais são significativas como uma metodologia capaz de solucionar problemas utilizando uma nova perspectiva computacional. A lógica BDI é um exemplo de estudo que implementa uma metodologia através da qual resolvem-se problemas modelando-se Sociedades Artificiais. Já a simulação de sociedades artificiais, um conceito de alto nível, é bastante útil em computação gráfica e em simulação de comportamento social baseada em computador. Outra possibilidade é a simulação de sociedades humanas, onde, uma Sociedade Artificial composta por Agentes Sociais que possuem o comportamento semelhante ao do ser humano, sobre os quais é possível a aplicação de regras sociais, com a finalidade de se observar o comportamento coletivo e o provável resultado decorrente da ação dos agentes, formulando assim um ambiente de simulação social que pode ser utilizado como ferramenta de aprendizado na criação de regras sociais que se propõem a prever o comportamento social humano. Além desses o estudo de Sociedade Artificial pode ser utilizado juntamente com a área da Inteligência Artificial que estuda os Tutores Inteligentes e o Ensino a Distância. Nesse contexto, os Tutores podem vir a interagir socialmente, caracterizando uma Sociedade Artificial na qual a infraestrutura do Ambiente Social é a Internet, buscando conhecimento. Já a Robótica é basicamente uma implementação material do estudo de Sociedade Artificial. Neste contexto, o ambiente é o próprio ambiente natural, enquanto que a interação social pode acontecer tanto entre robôs quanto entre robôs e humanos [BAR03].

A principal contribuição do estudo de Sociedades Artificiais consiste na noção de implementação de efeitos e não de causas, como já havia sido alertado por Maturana em [MAT97].

A utilização de princípios físicos, biológicos, psicológicos e sociológicos para fundamentar o estudo é o que permite e auxilia esse processo. Entender profundamente a realidade a ser modelada aumenta a probabilidade de uma tradução adequada [GOL00].

Para conseguir entender o funcionamento de uma sociedade é preciso entender o indivíduo, nesse processo é preciso separar o que são comportamentos de origem cultural, psicológica, biológica, física ou até mesmo matemática. A compreensão destas origens nos ajudará a definir quais os componente ou mecanismos que devem ser construídos para que se possa implementar uma Sociedade Artificial [BAR03].

Em filosofia, as discussões são de origem estética. A maioria das idéias acerca da natureza da nossa experiência sensorial das coisas do mundo é, até certo ponto, tentativa de definir “percepção”. As teorias *causal* e *representativa*, afirmam que o que percebemos é apenas a representação mental do objeto, mas que o objeto precisa ser real para causar uma percepção genuína. Outras teorias, como o fenomenismo e o idealismo, afirmam que o conhecimento objetivo do mundo é impossível e que só se pode considerar real a percepção mental. [ROH00]

O legado oriundo do estudo dos princípios da Física é de que a nossa condição biológica existe em função das leis da Física. E, a nossa condição social é consequência direta de nossa condição biológica e indireta de nossa condição física. Nesse caso, a condição biológica é um efeito colateral da Física e a condição social é um efeito colateral da Biologia.

Já a Biologia refere-se às questões da evolução e às questões de até que ponto o comportamento humano é inato ou adquirido. Um fator biológico que pode ser observado no ser humano é a sua capacidade de memória. Ao invés de ser apenas uma característica que influencia os processos de aprendizado, ela também é fator decisivo nos relacionamentos sociais.

Na área psicológica o legado significativo é o estudo da consciência, explorado principalmente em [DAM96]. Antônio Damásio acredita que sentimentos e emoções são uma percepção direta de nossos estados corporais e constituem um elo essencial entre o corpo e a consciência. Um exemplo da importância da apropriação desses conceitos, é da modelagem de um agente que interage em um SMA, segundo a seguinte regra: dadas as seguintes proposições, (A) Encontrar o inimigo, (B) fica com medo (C) fugir; podemos elaborar a seguinte fbf:  $(A \rightarrow B) \rightarrow C$ . A leitura pode ser feita da seguinte maneira: se encontrar o inimigo então ficar com medo e então fugir. Porém, essa fbf não é isomórfica, pois, na vida real o medo é a tomada de consciência da percepção inconsciente do risco de vida. Nesse caso estamos modelando os efeitos e esta sendo atribuída intencionalidade ao sistema. Uma forma alternativa seria modelar o problema da seguinte forma: (A) Encontrar o inimigo, (B) corre risco de vida, (C) fugir; a fbf pode ser escrita da seguinte maneira:  $(B \rightarrow A) \rightarrow C$ . A leitura pode ser feita da seguinte maneira: Se perceber risco de vida, então encontrou o inimigo, então fugir.

Além das considerações acerca da consciência existem alguns processos psicológicos que exercem papel sobre o comportamento social. As ilusões, fantasias, ou sonhos, são capacidades que o cérebro tem de predizer ou projetar uma situação futura, ou apenas de criar uma representação virtual, presente ou passada, na qual acreditar. Esse é um dos mecanismos utilizado pela mente que tem influência direta no ambiente social. Essa capacidade mental esta ligada diretamente à motivação do indivíduo que está relacionada ao seu comportamento social [BAR03].

O conceito de comportamento social se completa com o estudo das Dinâmicas de Grupo. Esse estudo explora as relações passíveis de construção entre indivíduos e objetos. A

Dinâmica de Grupo, é o conjunto todo da vivência psicológica (grupo + coordenador + técnica + vivência), na qual as técnicas são as desenvolvidas em Laboratórios de Treinamento ou Educação de Laboratório. Educação de Laboratório é um termo genérico, aplicado a um conjunto metodológico visando mudanças pessoais a partir de aprendizagens baseadas em experiências diretas ou vivências. As mudanças pessoais podem abranger diferentes níveis de aprendizagem: nível cognitivo (informações, conhecimentos, compreensão intelectual); nível emocional (emoções e sentimentos, gostos, preferências); nível atitudinal (percepções, conhecimentos, emoções e predisposição para ação integrada); nível comportamental (atuação e competência). Aprender a aprender, aprender a dar ajuda e participações eficientes em grupo são os meta-objetivos essenciais da Educação de Laboratório. Aprender a aprender significa a aprendizagem “que fica” para a vida, independente do conteúdo. Aprender a dar ajuda quer dizer estabelecer uma relação com o outro para crescimento psicossocial conjunto.

A Educação de Laboratório preconiza a aprendizagem pela vivência global: a exploração, o exame, a análise do evento em seu duplo aspecto, o objetivo e o subjetivo. O laboratório de treinamento e desenvolvimento interpessoal utiliza uma abordagem vivencial em que a experiência de cada participante, dentro de uma experiência global compartilhada no espaço/tempo do grupo, aqui-e-agora, serve de ponto de partida para a aprendizagem de cada um e de todos. A aprendizagem vivencial compreende um ciclo de quatro etapas sequenciais e interdependentes: atividade, análise, conceituação, conexão. A primeira etapa consiste na vivência de uma situação através de atividades em que o participante se empenha, tais como resolução de um problema, simulação comportamental, dramatização, jogo, processo decisório, comunicação, exercícios verbais e não-verbais. A etapa de análise segue a vivência. Consiste no exame e na discussão ampla das atividades realizadas, na análise crítica dos resultados e do processo de alcançá-los – o *como* passa a ser mais importante do que o resultado em si. A etapa seguinte é a de conceituação, onde a conscientização de aspectos inadequados ou problemáticos facilita a decisão de mudanças e a reformulação de comportamentos disfuncionais, em nível pessoal e interpessoal, os quais se refletem no grupo. Passa-se, então, à etapa de conexão, em que se fazem correlações com o real, comparando-se aspectos teóricos com situações práticas de trabalho e vida em geral. Apesar dos conceitos de Dinâmica de Grupos ser descrito em termos de Educação de Laboratório, ela se aplica diariamente em todas as relações que mantemos ao longo do dia.

Considerando que o social é produzido pelas interações realizadas a partir de Dinâmicas de Grupo, falta apenas observar o comportamento social real. A sociologia é a ciência que estuda este comportamento. Porém a ótica que utilizaremos para fazer este estudo é voltada para a capacidade computacional que pode ser abstraída a partir desta realidade e que poderá constituir um modelo computacional aceitável. O universo social é tão complexo que muitos autores tentam explicá-lo através de uma série de fatores que motivam, determinam e modificam os fenômenos de interação. Esses fatores podem ser externos ou internos ao homem. Os fatores externos abrangem o biológico e o ecológico. Quanto aos fatores internos, temos os psicológicos [LAK82].

Resumindo as diferentes definições de sociedade e comunidade, abstraindo-se os fatores passíveis de implementação e orientando o estudo sob a ótica da Ciência da Computação, iremos considerar uma Sociedade Artificial como sendo: o conjunto de agentes que interagem em um determinado ambiente, compartilhando recursos finitos segundo regras [BAR03]. Esquematizando a arquitetura da Sociedade Artificial temos então:



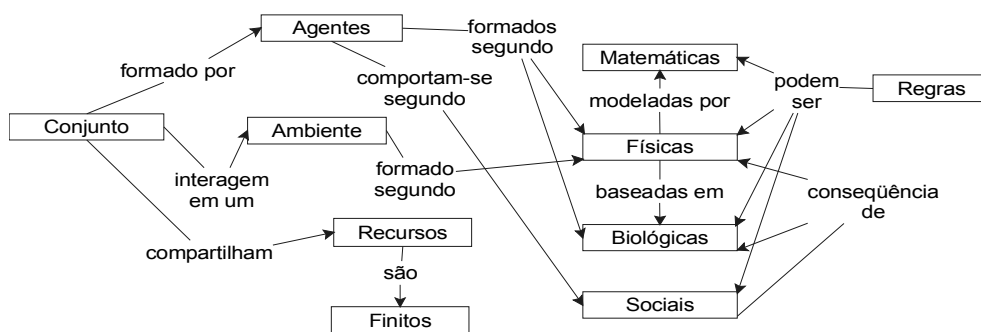


Ilustração 3. Mapa Conceitual da Arquitetura de uma Sociedade Artificial

Tendo definido os conceitos teóricos que fundamentam o estudo de Sociedades Artificiais, salientando a importância de que trata-se de uma metodologia de modelagem a ser utilizada no desenvolvimento de AEA, nos resta procurar aplicar esse conceito em alguns casos práticos para fins de concretização das idéias apresentadas.

## 6. AEA: Casos de Utilização

O primeiro exemplo não utiliza um ambiente baseado em agentes. Trata-se do software Modellus<sup>2</sup>. Esse software é utilizado para modelagem matemática utilizado para modelagem científica. Sua utilização consiste na descrição seqüencial, algoritmos, de modelos matemáticos que são interpretados pelo sistema para modelar objetos relacionados as variáveis das fórmulas. Um exemplo que pode ser utilizado é a descrição do movimento de lançamento de projétil. Esse movimento pode ser descrito através de uma única fórmula. Bastaria colocar a fórmula no sistema, relacionar suas variáveis com objetos que representarão seu movimento no plano e executar o sistema. A utilização desse software pode ser útil no desenvolvimento do conceito de decomposição do problema em partes menores para o completo entendimento das relações que compõem o movimento. Para tanto, seria necessário decompor o movimento em termos de suas componentes: a força da gravidade, a força de lançamento, a força de atrito e de empuxo. Depois do lançamento dessas componentes o resultado final deve ser equivalente ao conseguido com a fórmula inicial, porém, a curva de aprendizado foi maior, pois, mais do que aprender uma fórmula, o aprendiz aprende que a relação das componente cria um movimento complexo que pode ser descrito em termos de fórmulas mais simples. Esse é um exemplo de um sistema que pode ser utilizado de forma pedagógica com uma abordagem construtivista, na qual o mediador pode elaborar uma metodologia adequada ao momento de aprendizado do aprendiz. Apesar de não ser baseado em agentes o problema pode ser interpretado como sendo uma Sociedade Artificial, pois, objetos – as componentes – que interagem entre si em um ambiente, compartilhando recursos finitos – o espaço e o resultado da tensão das forças – segundo regras – as equações das componente associadas as regras de computação gráfica que compõem o ambiente.

Outro exemplo é a utilização do software CMAPs<sup>3</sup>. Por si só o ambiente já é um ambiente de Ensino-Aprendizagem que desenvolve as relações mentais. Mas ele pode ser aprimorado utilizando-se a seguinte estratégia: coloca-se dentro da área de trabalho somente os conceitos, as relações é o aluno que deve criar por conta própria. Igualmente, não se trata de um AEA baseado em Sociedades Artificiais mas pode ser interpretado como o anterior parcialmente como tal, pois, possui regras de relações que não podem ser quebradas, ou seja, são a natureza dos

<sup>2</sup>Pode ser obtido no site: <http://phoenix.sce.fct.unl.pt/modellus/>

<sup>3</sup>Pode ser obtido no site: <http://cmap.ihmc.us/>

mapas conceituais, os recursos escassos são justamente os tipos de ligações que podem ser realizadas dentro de um ambiente que é compartilhado pelos conceitos e pelas regras. De fato os conceitos fariam o papel dos agentes mas estes não possuem comportamento autônomo e nem realizam tarefas em nome do usuário, porém, possuem um papel definido em termos de suas relações, o que corrobora com o processo de ensino-aprendizagem por forçar o usuário a criar relações válidas.

O Simula<sup>4</sup> é um SMA, desenvolvido por alunos do Instituto de Informática, capaz de ser programado através de poucas regras implementadas no ambiente. Essas regras são aplicadas nos agentes que igualmente são definidos no ambiente. Depois de definidos os agentes e seus comportamentos é realizada a configuração inicial do ambiente, na qual, define-se alguns parâmetros iniciais. O próximo passo é disparar a simulação e ficar observando passo-a-passo o resultado. Cada rodada difere uma da outra o que torna o software passível de análise de comportamento automatizado baseado no conceito de deriva estrutural de Maturana. Ele não consiste uma Sociedade Artificial plena por não se tratar de MSMA, e por depender basicamente de comportamento aleatório reativo, não apresentando características de aprendizagem.

O modelo mais próximo que temos do conceito de Sociedades Artificiais é o jogo The SIMs. Nele o ambiente pode ser modelado, as situações podem ser elaboradas de forma a realizar simulação social isomórfica, sendo que os agentes são críveis. Sua maior contribuição é o aprendizado baseado em simulação social.

Por fim vale um breve comentário sobre AEA telemáticos. A restrição desses ambientes é o meio de comunicação filtra os meios de percepção em termos de modelos que podem ser representados computacionalmente. Isso não quer dizer que não é possível realizar relações através desses ambientes, muito pelo contrário, atualmente sua utilização é massiva, não necessariamente para fins de aprendizado formal. Exemplos de relações interpessoais são os chats, os fóruns, os blogs, as LanHouses, as vídeo-conferências, e as diversas formas de Comunicação por Meio de Computador (CMC) existentes. Além da relação interpessoal a Internet permite a relação de aprendizado pela facilidade de acesso a dados que podem ser transformados em informação e em conhecimento. Nesses casos o agentes são os próprios usuários, o ambiente é a Internet, ambos possuem suas regras e compartilham recursos sejam eles pessoas ou conhecimento. Novamente, apesar de não ser uma implementação de MSMA a estrutura de Sociedade Artificial pode ser utilizada para interpretar e compreender o ambiente.

Sistemas de CMC são as ferramentas que permitem o desenvolvimento de técnicas de Dinâmica de Grupos. Exemplos da aplicação desses recursos são o ROODA que permite a criação de projetos em grupo; o Equitext e o Forchat que permitem a criação de textos de forma cooperativa; etc.

Através desses exemplo é possível perceber como o conceito de Sociedades Artificiais pode ser utilizado para a modelagem, mesmo que seja para a releitura de AEA informatizados. Essa concepção pode até mesmo transformar em candidatos à AEA sistemas que não foram desenvolvidos para essa finalidade. Mas o objetivo principal ainda é criar subsídios para que desenvolvedores de AEA considerem as colocações feitas nesse trabalho no momento do projeto e desenvolvimento de AEA.

---

<sup>4</sup>Pode ser obtido no site:<http://simula.sourceforge.net/>

## 7. Conclusão

O mais importante no desenvolvimento de AEA são as relações que ele é capaz de criar no processo de interação com o usuário. A abordagem de Sociedades Artificiais tem por base tal princípio. As relações só podem ser desenvolvidas se for realizada uma tradução adequada no processo de modelagem computacional, para isso deve-se modelar causas e não efeitos. Os efeitos são comportamentos colaterais à utilização do sistema. Essa postura permite que AEA não sejam considerados intencionais ou meramente ferramentas instrucionais.

Outro objetivo que pode ser alcançado com a utilização de Sociedades Artificiais, é o desenvolvimento da percepção social, que, além de ser útil no processo de modelagem computacional, pode ser aplicada no processo de elaboração de estratégias e no próprio convívio social, interpessoal e intrapessoal do indivíduo.

Pensar o problema em termos de Sociedades Artificiais facilita a modelagem de AEA por sugerir a utilização de uma estrutura social isomórfica, que pode ser expandida para o uso de agentes, e que, baseia-se em pressupostos cognitivos reforçando assim a confiança na utilização dos sistemas e o conseqüente ganho no processo de aprendizagem.

## 8. Bibliografia

- [BAR03] Barone, D. A. C.. Sociedades Artificiais: a nova fronteira da inteligência nas máquinas. Porto Alegre: Bookman, 2003.
- [GOL00] Goldberg, Marco Cesar. Otimização Combinatória e Programação Linear. Rio de Janeiro: Campus, 2000.
- [ROH00] Rohmann, Cris. O livro das Idéias : pensadores, teorias e conceitos que formam nossa visão. Rio de Janeiro: Campus, 2000.
- [WRI00] Wright, Robert. Não-Zero: a lógica do destino humano. Rio de Janeiro: Campus, 2000.
- [EYS94] Eysenck, Michael W.. Psicologia Cognitiva: um manual introdutório. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.
- [TRE99] Trefil, James. Somos diferentes? Um cientista explora a inteligência ímpar da mente humana. Rio de Janeiro: Rocco, 1999.
- [PIN98] Pinker, Steven. Como a mente funciona. São Paulo: Companhia das Letras, 1998.
- [MAT97] Maturana, Humberto R.. De Máquinas e Seres Vivos. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.
- [DAM96] Damásio, António. O erro de Descartes : emoção, razão e o cérebro humano. São Paulo: Companhia das Letras, 1996.
- [LAK82] Lakatos, Eva Maria. Sociologia Geral por Eva Maria Lakatos, com colaboração de Marina de Andrade. São Paulo: Atlas, 1982.