

5 Modelo do AMon-AD

5.1. Definições

O Agente Monitorador de Aprendizagem a Distância (AMon-AD) é concebido para realizar o serviço de avaliação de conhecimentos e habilidades associado a ambientes de ensino a distância (EAD) mediados pela *web*.

A análise do domínio é a tarefa de mais elevada complexidade dado, que avaliar desempenho de um aprendiz envolve conceitos que transcendem ao domínio do conteúdo a ser aprendido. Assim, os fulcros para os padrões propostos têm lugar em domínios diversos das áreas de Educação e da Psicologia.

O modelo busca atender aos requisitos funcionais de avaliação de aprendizagem segundo uma combinação de três metodologias de ensino: a aprendizagem cooperativa, a aprendizagem guiada por problemas e a aprendizagem centrada no aprendiz.

Também se leva em consideração os recursos específicos disponíveis em ambientes de EAD, notadamente o AulaNetTM.

Como concepção de projeto, o modelo é caracterizado como assistente de avaliação. Deliberadamente adota-se a estratégia de avaliação assistida, ao invés de exigir do sistema que ele mesmo, com ou sem o uso de tecnologia de Inteligência Artificial, produz as avaliações. A razão é óbvia. Como já dizia Protágoras (*apud*, Reale, 1999, p. 200), “*o homem é a medida de todas as coisas*”. Cabe ao humano a tarefa de avaliar o humano.

Não se mediram esforços, durante a pesquisa, para alcançar pontos estáveis no domínio, que tivessem o status de padrões em ensino. Foi necessário o investimento de centenas de horas em aprendizagem sobre o significado da aprendizagem.

Obviamente, esse modelo não é solução definitiva nem pretende ser completo ou útil para todas as faixas de idade ou domínios de conhecimento. Leva-se em consideração as aplicações típicas de avaliação em ambientes EAD, procurando não ser o limitador do uso destes, ao contrário, um modelo de avaliação deve favorecer a aprendizagem.

Um sistema convencional de avaliação tem como foco a avaliação do conteúdo aprendido. Através de instrumentos consagrados tais como provas, testes, trabalhos em grupo, etc, um avaliador humano pode estabelecer um critério para revelar o quanto de conteúdo foi aprendido por um aprendiz ou grupo de aprendizes.

A aprendizagem colaborativa é melhor avaliada se, além dos conteúdos, for possível, também, avaliar o comportamento do aprendiz enquanto aprende, enquanto utiliza os instrumentos de um ambiente e interage com os demais participantes.

Durante a pesquisa, após um estudo profundo no campo da Psicologia Social e da Psicologia da Aprendizagem, alguns modelos foram levantados como candidatos a padrão de avaliação de habilidades. Para padrões que ofereciam condições de implementação em computador, uma proposta foi apresentada.

Se um ambiente de ensino a distância flexibiliza o tempo e o espaço ocupado pelos aprendizes, um sistema de avaliação não pode pretender reduzir essa liberdade. Assim, modelos foram surgindo durante as pesquisas e foram estudados na sua real aplicabilidade.

Dentre as estratégias de aprendizagem estudadas, verificou-se que grande parte das propostas de ambientes de ensino favorecia, ou pelo menos não inviabilizava, as abordagens: centrada no aprendiz, guiada por problemas e aprendizagem cooperativa. Desenvolver um servidor de avaliação para atuar em conjunto com tais ambientes exigiu o respeito a tais características.

O elemento inovador ficou por conta da avaliação de habilidades. Alguns autores preferem o conceito de avaliação de competências ou avaliação de desempenho. Entendeu-se que o termo habilidade, por ser independente do tempo e do momento em

que ocorre a avaliação seria também apropriado. Resguardadas as similaridades e diferenças entre o significado de um termo ou outro, o fato é que se buscou associar conteúdo a comportamento de uso do conteúdo para efeito de estabelecer um grau final ao aprendiz e decidir pela aprovação ou não do curso em que atuou. Para o filósofo e geômetra, Thales de Mileto, a natureza e a profundidade do conhecimento eram diferenciais importantes para o homem, para ele: *“Não importa o que sabemos, mas como o sabemos...”*. Se um ambiente de EAD favorece a avaliação do comportamento observável, então por que não tirar proveito dessa propriedade?

O modelo que se segue, foi concebido de modo a atender aos requisitos de uma boa avaliação. Não é solução definitiva, é um ponto de partida para a determinação de novas formas de avaliação.

5.2. Funcionalidades do modelo do Amon-AD

Conforme Silva & Fernandes (2000), um sistema de avaliação deve oferecer algumas funcionalidades de modo a permitir que o professor/avaliador tenha como decidir por um grau a um aprendiz ou grupo de aprendizes

(Noya, 1998), desenvolveu um sistema denominado Quest, que segue um modelo para avaliação no estilo tradicional, com instrumentos clássicos de avaliação dos tipos: múltipla escolha, verdadeiro ou falso e preenchimento de lacuna. Trata-se de um instrumental válido, porém restrito. (Noya, 1998) implementou seu modelo que cumpre com êxito muitas tarefas de aferição de conteúdos. Usa a escala de Bloom para determinar uma graduação para o nível do aprendiz, representado por uma seleção prévia para cada questão projetada para uma prova.

Com base neste modelo, e no que se poderia fazer em adição ao já estabelecido, uma extensão é proposta na presente tese.

O modelo da Figura 5.1 apresenta uma extensão ao trabalho de (Noya, 1998). Compreende-se que um curso tem atividades mas também exige habilidades do aprendiz. O sistema acessa uma base de conteúdos, isto é, um servidor de conteúdos

através de sua respectiva interface, por exemplo, um ambiente de EAD. O aprendiz tem a função de aprender e também auto-avaliar-se. Uma base de conhecimentos sobre avaliação é disponibilizada no sistema. Um agente foi associado a cada ator do modelo. Um agente capaz de oferecer auxílio especializado a cada um. Três agentes foram projetados:

1. O agente do aprendiz;
2. O agente do professor e;
3. O agente sistema.

Cada um com sua respectiva base de conhecimento virtual. O agente professor pode ser acessado por um colaborador do professor. Esse privilégio foi concebido dado que, em muitos casos, a tarefa de avaliar se revelará de extrema dificuldade de administração. O colaborador tem os mesmo privilégios do professor.

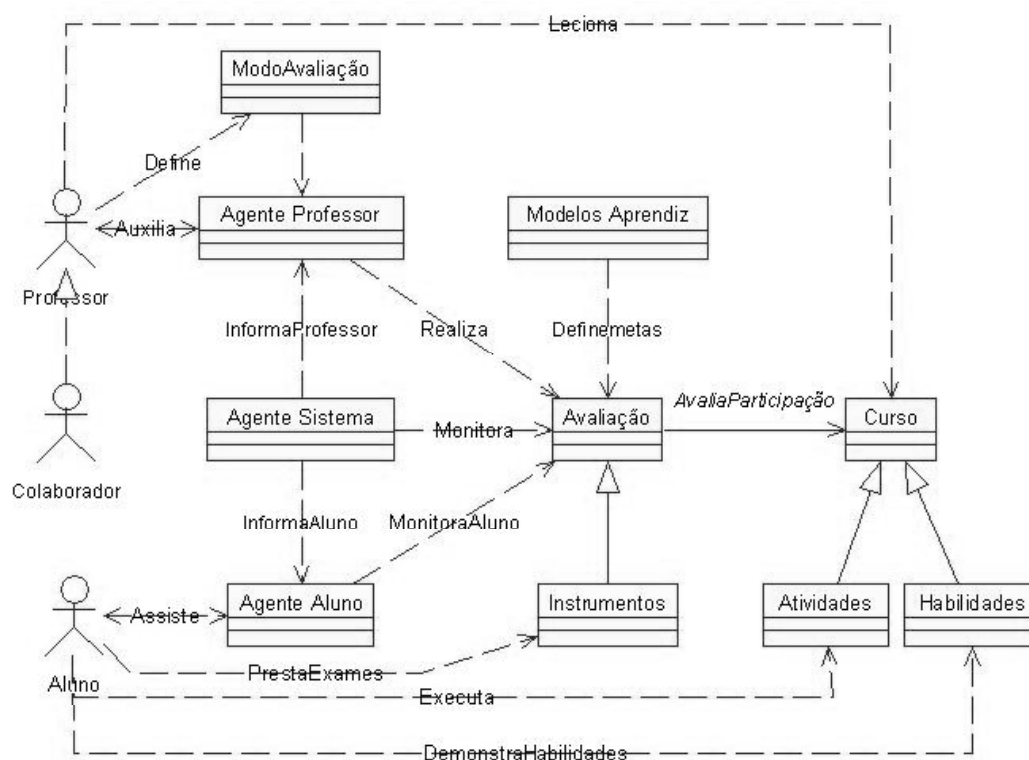


Figura 5.1 Esquema geral do AMon-AD

Um aspecto importante a observar é que, para esse projeto, ensino a distância não corresponde ao conceito de ensino de massa. Há um limite bem definido de número de

aprendizes por turma por curso. Sugere-se um número máximo entre 15 e 20 participantes, e no mínimo 10.

O agente sistema é o secretário do ambiente. Ele se encarrega da missão burocrática associada ao trabalho de EAD, tem sua base própria e se encarregará de lembrar datas, pagamentos, registros de frequência e de avaliações e demais tarefas administrativas. Um módulo de controle do acesso físico também é disponibilizado neste.

Duas bases foram acrescentadas ao modelo: o molde do aprendiz, que representa um perfil desejado do aprendiz, e um molde de avaliação, que representa a configuração escolhida pelo professor para avaliar o curso.

A base de avaliação, última a ser citada, não é a menos importante. Foi concebida para o registro histórico do processo de avaliação do curso em suas várias ofertas e realizações. Terá no modelo a função de oferecer informações para estudos comparativos.

Os agentes para o aprendiz e para o professor foram concebidos como agentes de interface. Tem a função de informar e direcionar esforços de trabalho dos respectivos atores enquanto o curso segue até seu término. Cada aprendiz tem o seu próprio agente. Cada professor tem o seu. Seguem abaixo, as funções de cada um.

Constituem-se atividades do modelo do Amon-AD a realização de consultas e solicitações de acesso a quaisquer instrumentos de avaliação, aulas ou ainda atividades simuladas. São atividades: Aulas, Pesquisas, Buscas de documentos, Avaliação, etc...

5.3. Bases de Dados

As seguintes bases de dados são estabelecidas no modelo AMon-AD.

1. BD de avaliação: Contém toda informação sobre as atividades de avaliação. É acessada pelos agentes para efeito de assistência ao aprendiz e ao professor acerca da evolução do processo de aprendizagem.

2. BD de Conhecimentos dos Agentes: Aprendiz, Professor e Sistema: Base de conhecimentos que são utilizadas autonomamente pelo respectivo agente na assistência as respectivas tarefas.
3. BD de Conteúdos: Contém o conteúdo da matéria a ensinar. Representa todas as facilidades disponibilizadas pelo ambiente de EAD para o aprendiz.
4. BD de Moldes de Instrumentos: Constitui num depósito de moldes (*templates*) contendo características para cada tipo de instrumento. Os principais atributos estão descritos a seguir:

Um instrumento tem nome, descrição e molde. A descrição contém uma explanação sobre o instrumento e sua aplicabilidade. O molde se constitui num "frame" contendo um formato estruturado que visa estabelecer elementos para, uma vez constituído, poder ser tratado pelos respectivos agentes.

Estão previstos os seguintes instrumentos:

- Estudo de Caso;
- Exercício;
- Lista de exercício;
- Teste;
- Provas (Objetivas de múltipla escolha, Objetivas de preenchimento de lacunas, Objetivas de verdadeiro ou falso, Objetivas mistas e Subjetivas contendo campos para respostas descritivas);
- Pesquisa;
- Projeto;
- Seminário;
- Fórum;
- Simpósio;
- *Chat*;
- Lista de discussão;
- Grupos de interesse;
- Painel.

5. BD de Moldes de aprendizes: Consiste numa base onde através de registro histórico de informação se estabelece uma configuração inicial para cada aprendiz. Baseado no princípio de independência, liberdade e motivação, as decisões de orientação são tomadas e seus resultados são continuamente avaliados alterando esse perfil inicial. O ritmo é o do aprendiz. Cabe ao professor o respeito ao ritmo, e ao mesmo tempo oferecer oportunidades para o aprendiz de "*per si*" alterá-lo.
6. BD de Moldes de Avaliação: Contém os moldes, critérios ou estratégias de avaliação.

5.4. Agentes do Modelo

5.4.1. Agente do Aprendiz

Tem como função informar a qualquer tempo, por solicitação ou não, do aprendiz sua posição de: Avaliação global; analítica (por instrumento); sintética (por perfil); pontos a serem fortalecidos e pontos alcançados com êxito. Além disso, auxiliar em buscas de documentos; mostrar datas para metas que o próprio aprendiz traçou; mostrar datas de eventos marcados e as respectivas responsabilidades; propõe revisão de metas; percebe e comunica abnormalidades; informa frequência crítica e a ausência de resultados em atividades. Assim acompanha a evolução agindo como elemento monitorador do aprendiz; estimular o aprendiz a buscar suas metas quantitativas e estimula o aprendiz a exercer auto-avaliação contínua e progressiva. Esse agente atua como um auxiliar do aprendiz, na condução dos esforços de aprendizagem. Poderá interagir com o agente do professor informando a evolução do aprendiz e permitindo ao professor um acompanhamento individualizado da aprendizagem.

5.4.2. Agente do Professor

Auxilia na confecção de instrumentos de avaliação e atividades gerando e ou assistindo ao professor de forma a assegurar: nível esperado de complexidade; adequação a conteúdo e demais perfis de avaliação e ajuste na exploração das

habilidades e comportamentos projetados. Ainda, recupera instrumento para atualização e manutenção; critica instrumento; informa a qualquer tempo por solicitação do professor ou não: o *tracking* do aprendiz e a avaliação global (sintética, analítica, individual, de grupo). Como função complementar o agente do professor deve auxiliar em buscas na *WEB* sobre temas correlatos; perceber e informar abnormalidades (aprendizes ausentes, aprendizes com nível crítico de rendimento) e processa a parte não subjetiva da correção do instrumento e assiste à correção de instrumento pelo professor.

5.4.3. Agente Sistema - Assistência ao monitoramento

Dar suporte ao processo de avaliação, oferecendo meios para os agentes do aprendiz e do professor atuarem. Responderá pela integridade dos dados, registros físicos e controle do fluxo das atividades. Dentre outras, o agente sistema apoiará as seguintes funções:

1. Acompanhamento dos aprendizes em suas atividades;
2. Assistência ao cumprimento de metas;
3. Assistência ao progresso da aprendizagem;
4. Auxílio no tracking do aprendiz.

5.5. Avaliação Inicial e Avaliações Individuais

A avaliação inicial é útil para levantamento das potencialidades do aprendiz. Caso o ambiente esteja sendo utilizado com aprendizes adolescentes, a partir da segunda fase do ciclo fundamental, um levantamento do espectro de inteligências segundo o conceito das inteligências múltiplas de (Gardner, 1998) deve ser de grande relevância para a condução do processo de aprendizagem desse indivíduo. Note-se que a estrutura neurobiológica humana tem seu fechamento por volta dos dezesseis anos de idade. A partir desse período, pouco se pode fazer pelo desenvolvimento, mas muito é possível fazer, se for sabido, antecipadamente, com que padrão de inteligência está o professor operando. Torna-se um indicador importante, como referencial, para qualquer idade.

No modelo do AMon-AD são propostas interfaces para confecção e avaliação de provas e demais instrumentos de avaliação, para o professor e interface para realização

destes pelo aprendiz. As interfaces são utilizadas para: a) elaborar questões e situá-las no contexto da matéria, apresentando o capítulo principal a que a mesma se refere e b) permitir ao professor avaliar em qual nível de complexidade (escala de Bloom) e quais inteligências se atendeu (modelo de Gardner). O agente acessa essa avaliação e processa os cálculos verificando abnormalidades e informa ao aprendiz qual, ou quais, ponto(s) do programa deve o mesmo revisar, antes de prestar nova avaliação. Cumpre notar que a função da avaliação tem o sentido e o caráter metacognitivo, trata-se de um conhecimento sobre o conhecimento, portanto é imprescindível que a mesma seja deliberada pelo professor. A avaliação deve funcionar como um espelho para o aprendiz, refletindo sua real participação nas atividades de um dado curso. Os agentes podem avaliar comportamentos observáveis, manifestados por atitudes do aprendiz e refletidos no perfil de avaliação. As questões afetivas do processo ensino aprendizagem não são preconizadas nesse modelo. Ficam por conta da dimensão humana da avaliação.

5.6. Avaliações de ações em grupo

O modelo de máquina de estados finitos se mostra adequado para uma implementação do esquema de avaliação de debate (*chat*). É um modelo simples e de baixa complexidade computacional e, por isso, ideal para avaliação "*on-fly*". Toda a lógica da avaliação fica embutida no modelo de máquina de estados finitos e nas funções de transição.

Externamente ao modelo, é exigível do professor que só marque as entradas ruins dos participantes e o sistema assume que a mensagem de um participante que não foi marcada pelo avaliador é boa. Isso reduz a sobrecarga do professor, deixando espaço para o livre fluir das idéias. As mensagens do moderador, se este for o professor, não são computadas para efeito das heurísticas sugeridas no modelo. Assim, todas mensagens avaliadas refletirão exclusivamente a participação de cada aprendiz debatedor. Apenas quando o papel de moderação é deixado ao aprendiz, este também será avaliado. Nesse caso o professor fica apenas com o encargo de marcar as participações ruins e intervir apenas quando julgar necessário. O professor de avaliar a contribuição do aprendiz, que é a principal meta da aprendizagem.

Escolheu-se um alfabeto binário de entrada para a máquina, devido ao interesse específico de simplificar o modelo. As transições de estado ocorrem apenas para um Sim (S) ou um Não (N) conforme se poderá ver no esquema da Figura 5.1.

As mensagens são tratadas por um processo roteador de mensagens que recebe o *input* de cada participante. Sua função é tratar as informações e repassá-las ao agente de cada aprendiz, que por sua vez processa as heurísticas e oferece a informação para a máquina de estados finitos que operará o controle das transições.

O processo é simples. Cada vez que um participante entra num estado da máquina, um código de preparação/inicialização é executado. Estando num estado j , uma heurística é ativada, um processo de cálculo é disparado, uma informação é passada para o serviço global do sistema e um código de saída do estado é executado afim de transicionar o estado do aprendiz e limpar os conteúdos desnecessários da memória. O tratamento de exceção se dará, entre outras situações, para casos onde a mensagem é passada para o aprendiz que já deixou o debate. Nesses casos a mensagem receberá tratamento pelo componente de respostas globais da máquina de estados finitos, evitando a interrupção do processo para os demais agentes dos aprendizes que ainda permanecem no debate.

A máquina de estados finitos opera exatamente como em um jogo de computador artificialmente inteligente. Em Rabin & Dybsand (1960), encontra-se um mecanismo de máquina de estados finitos genérica que possui toda a lógica artificial embutida no próprio sistema que serve de base para o presente projeto. O conceito de máquina de estado pode ser utilizado para mapear algum tipo de informação. A memória é representada pela mudança de estado. Pode-se entender que se a máquina entra num estado, isso significa que há uma informação na memória da máquina, exatamente como definido, e de fácil inspeção em qualquer referência bibliográfica sobre a Teoria dos Automatas. Por exemplo, se uma transição do estado i para o estado j foi efetuada, então ao entrar no estado j a máquina “reconhece” que veio de um estado i e isso representa algo lógico e válido para o controle. No modelo apresentado, isso significa que um Sim ou um Não foi detectado pela máquina..

A máquina para avaliação é um dispositivo projetado para atuar como uma máquina de estados finitos. Contém um roteador de mensagens, um sistema matricial de transição de estados, um número finito de estados, um único estado inicial e um conjunto de estados finais.

Esse esquema roteador de mensagens permite que os usuários interajam minimamente com o sistema e basta uma qualificação de cada mensagem, por um avaliador humano, para que o sistema produza uma proposta de avaliação. A máquina opera basicamente sobre: i) informação externa; ii) informação dos objetos que participam do sistema, etc. iii) informação aos participantes externos. Todas essas influências são tratadas como dados e atuarão como elementos que direcionam as transições de estados. Toda a lógica do processo, como já dito, estará embutida na máquina de estados finitos. Isto faz com que se possa desenhar um sistema com regras *a priori*, sem necessidade de alterar a lógica do processo em tempo de execução. Também resulta em bom encapsulamento, uma vez que está rigidamente projetada para evitar interrupção ou travamento do sistema em tempo de execução. Os mecanismos de *feedback* são dados também *a priori*. A estratégia de controle, uma vez escolhida, não muda mais.

Os trabalhos em grupo representam um grau elevado de complexidade em relação à avaliação. Ao mesmo tempo em que se procura avaliar o grau de conteúdo adquirido, quer-se também obter uma noção do grau de coesão e operatividade que o grupo alcançou. Para isso, utiliza-se no AMon-AD a escala de projeções comportamentais de Pichon-Rivière, registrada em seus trabalhos: Teoria do Vínculo (Pichon-Rivière, 1998a), e Processo Grupal (Pichon-Rivière, 1998a),.

Para trabalhos em grupo do tipo lista de exercícios, lista de discussão, ou grupos de interesse, que são tipicamente realizados de forma assíncrona, a visibilidade do comportamento de cada participante fica prejudicada. O ponto forte do trabalho em grupo é o *chat* temático. Pode-se observar a interatividade dos participantes enquanto o debate no *chat* ocorre. Também é de extrema complexidade avaliar essa participação.

O conteúdo do *Chat* e informações que o identificam são apresentadas numa tela ao professor. O modelo abaixo corresponde ao modo de avaliação “*post-mortem*”, isto é, após o término do *Chat* identificam-se os seguintes itens:

- A data de realização do *Chat*;
- As mensagens gravadas;
- Os participantes;
- A transição dos estados dos aprendizes durante o *Chat*;
- Caixa de Texto para busca de palavra;
- Exibir o status dos aprendizes (ativo ou inativo).

Além disso, tem-se disponível a lista dos participantes e uma lista de palavras, que se *está* vazia no momento inicial se não houve debates anteriores sobre o mesmo assunto.

O professor seleciona a data para avaliação, o sistema busca no banco de dados as mensagens gravadas, ele marca as mensagens ruins, clica no botão avaliar e o Agente do Professor coloca em execução a máquina de estados para fazer a avaliação, grava o resultado da avaliação via *blackboard* nas bases do sistema e, ao final, é exibida uma tela para visualização de graus propostas pelo modelo. Cabe ao Professor aceita-las ou não.

Já na avaliação “*on-fly*”, uma interface é disponibilizada ao professor e, à medida que este recebe as mensagens, verifica se as *mensagens* são ruins, seleciona-as, e o Agente Professor executa a máquina de estados para fazer a avaliação e grava o resultado da avaliação no banco de dados.

Durante a *avaliação “on-fly”* o sistema verifica o resultado da avaliação de cada aprendiz, informa ao professor o desempenho de cada um deles e exibe ao professor:

- A data e hora de realização do *Chat*;
- O total de mensagens do *Chat*;
- O total de participantes do *Chat*;
- O nome dos participantes do *Chat*;
- A avaliação dos aprendizes selecionados;
- O total de mensagens dos aprendizes selecionado;
- O número de mensagens ruins dos aprendizes selecionados;
- O número de mensagens boas dos aprendizes selecionados.

O Agente *Professor* disponibiliza no *blackboard* a relação de *chat's* para o professor.

Após o termino do *chat*, o professor pode, a seu critério, pesquisar, analisar e alterar a avaliação dada a cada aprendiz baseado nos resultados do Agente Professor.

A Consulta de *Chat's* mostra, ao professor, uma lista contendo:

- Os *chat's* realizados;
- As datas e horas de realização;
- Os temas;
- As disciplinas;
- Os moderadores;
- Os professores ou mediadores;

O status de cada *chat* (realizado, avaliado, cancelado, a ser realizado).

Após selecionar um debate já realizado, o professor pode também verificar e alterar as notas dos aprendizes dadas pelo Agente Professor.

Na consulta Avaliação de aprendizes, após o professor selecionar um *chat*, ele pode visualizar a avaliação de um aprendiz específico. O sistema exibe o nome, a nota do aprendiz e exibe em forma de gráfico suas heurísticas comparadas com a média da turma.

Após o professor selecionar um debate já realizado, ele pode visualizar as mensagens e informações contextuais qualificando a participação de um aprendiz específico.

As funções de transição são medidas estatísticas que refletem a participação do aprendiz durante a realização do *chat*. São usados, como base para a avaliação, os elementos do espectro de avaliação proposto por Pichon-Rivière.

Os estados da máquina proposta estão apresentados na Tabela 6.1 e com as transições mostradas na Figura 5.2. Como se pode perceber por simples inspeção da figura, a máquina de avaliação começa com um estado denominado Desafio. Neste há

um imperativo: se o professor informa o desafio, uma mensagem “Sim” (S) é enviada ao roteador de mensagens que se encarregará de transicionar para o estado Pertinência e registrar esse dado na memória global. Caso contrário, um sinal “Não” (N) é passado ao roteador que disparará uma transição para um estado final que representará o cancelamento do debate. Ao entrar no mecanismo de avaliação através do estado Pertinência, a máquina de estados finitos entrará no *loop* de avaliação “*on-fly*”, isto é, durante o debate.

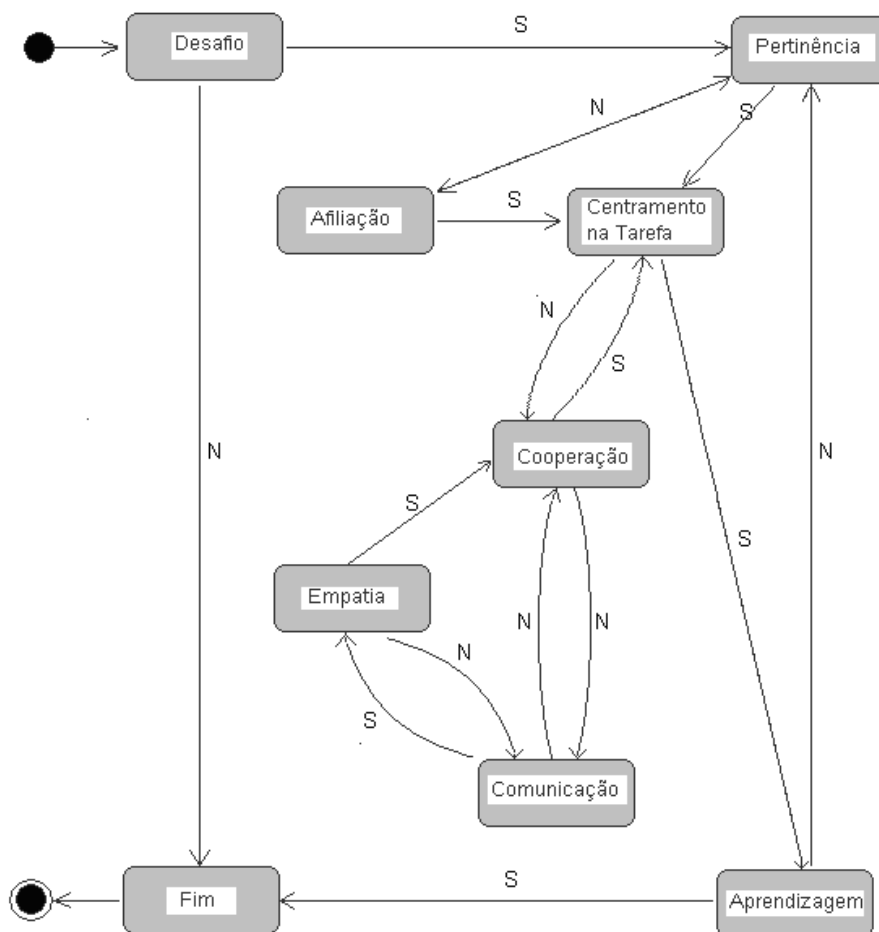


Figura 5.2 Máquina de estados conceitual para avaliação de *chat* temático

As heurísticas são projetadas com base no esforço computacional e assumindo que estas são calculadas pelo computador. Embora as mesmas determinem imprecisamente uma transição de estado, tal imprecisão não altera o desempenho final da avaliação. As funções projetadas são intuitivamente aceitáveis por se fundamentarem no desempenho relativo do grupo. São de fácil entendimento e dependem de intervenção humana apenas para marcar as mensagens ruins.

Inicialização	Abertura do <i>Chat</i>	Desafio
Desafio	Sim	Pertinência
Desafio	Não	Fim
Pertinência	Não	Afiliação
Pertinência	Sim	Centr. Tarefa
Tele	Sim	Cooperação
Tele	Não	Comunicação
Afiliação	Sim	Centr. Tarefa
Afiliação	Não	Pertinência
Centr. Tarefa	Sim	Aprendizagem
Centr. Tarefa	Não	Cooperação
Cooperação	Sim	Centr. Tarefa
Cooperação	Não	Comunicação
Comunicação	Sim	Tele
Comunicação	Não	Cooperação
Aprendizagem	Sim	Fim
Aprendizagem	Não	Pertinência
Fim	Finalização	Saída Máquina

Tabela 6.1 Estados da máquina de avaliação

As funções de transição, para um grupo de até 15 participantes, são as seguintes:

1. *afiliação* – entende-se que quanto maior é o número de mensagens do participante, mais afiliado ele está ao debate. Então, se T é o total de mensagens até o momento e se T_i é o número de mensagens do aprendiz i , pode-se definir a função $Afil(i)$ por:

$$\begin{aligned}
 &\text{Calcule} \quad X = \text{média} \left\{ \frac{T_j}{T}, j = 1, \dots, n, n \leq 15 \right\} \\
 &Afil(i) = \begin{cases} S, & \text{se } \frac{T_i}{T} \geq X \\ N, & \text{em caso contrário} \end{cases}
 \end{aligned}$$

Equação 5.1 - Afiliação

Calculando-se a média do total de mensagens de cada aprendiz participante, e comparando o total de mensagens de cada um com essa média tem-se uma idéia do quantum de motivação tem cada aprendiz.

2. *pertinência* – quanto maior for o número de mensagens (frases) consideradas boas pelo professor, maior será a pertinência do aprendiz. Se B_i é o número de

mensagens boas do aprendiz i , e se B é o total de mensagens consideradas boas no debate até o momento, então a função $Pert(i)$ é dada por:

$$\begin{aligned} \text{Calcule } X &= \text{média} \left\{ \frac{B_j}{B}, j = 1, \dots, n, n \leq 15 \right\} \\ Pert(i) &= \begin{cases} S, & \text{se } \frac{B_i}{B} \geq X \\ N, & \text{em caso contrário} \end{cases} \end{aligned}$$

Equação 5.2 - Pertinência

Seguindo o mesmo princípio da função afiliação, se o número de mensagens boas do aprendiz estiver acima das médias das mensagens boas, este será considerado mais pertinente do que os demais.

3. *centramento na tarefa* – ou simplesmente tarefa. A resolução da tarefa está ligada ao crescente envolvimento do aprendiz. Assim, calcula-se um sinal desse envolvimento, a cada etapa em que ele participa, isto é, a cada uma de suas mensagens. A função Centramento pode ser calculada com base neste sinal. O sinal é dado pelo avanço do aprendiz em relação à sua posição anterior, isto é, se B_{ij} é o total de mensagens boas do aprendiz na j -ésima participação e $B_{i,j+1}$ na sua participação seguinte, se esta for maior que a anterior, então houve evolução. Se esta for igual, não houve evolução. Isso significa que sua participação está decaindo em relação aos momentos anteriores, uma vez que o número total de mensagens está evoluindo e sua posição está sob risco de ser desvantajosa. Assim, a função $Centr(i)$ pode ser calculada por:

$$Centr(i) = \begin{cases} S, & \text{se } B_{i,j+1} > B_{i,j} \\ N, & \text{em caso contrário} \end{cases}$$

Equação 5.3 - Centramento

4. *tele ou empatia* – a empatia é do aprendiz para o grupo na relação com o este. Dá-se uma medida para a empatia comparando o número de mensagens ruins do aprendiz em relação ao número de mensagens ruins totais marcadas pelo professor. Se esse número for menor do que a média das mensagens ruins, então

esse aprendiz está prezando por não errar. Assim, ele está procurando gerar uma participação positiva, e certamente estará induzindo os demais a fazerem o mesmo.

A isso se denomina ação positiva para o grupo ou uma medida de empatia positiva. De certo que esta medida é pobre para definir empatia. É desejável saber qual o papel desempenhado por esse aprendiz, mas isso é de difícil obtenção, pois dependeria da análise humana, já que o contexto de *per si* é insuficiente para tal determinação.

Entende-se que dar o bom exemplo é algo motivador e deve ser seguido pelos demais. Disso decorre uma empatia ou uma influência positiva, na mais pobre das expectativas. Ao produzir menos mensagens ruins, o aprendiz estará oferecendo referencial bom aos outros e contribuindo para um clima de construção efetiva de conhecimento. Assim, aqueles que tiverem um número de mensagens ruins menor do que a média das mensagens ruins de todos, contribuirá mais para o sucesso do debate.

A função $Tele(i)$ é:

$$\begin{aligned} & \text{Calcule } X = \text{média}\{T_j - B_j\}, j = 1, \dots, n, n \leq 15 \\ & Tele(i) = \begin{cases} S, & \text{se } T_i - B_i \leq X \\ N, & \text{em caso contrário} \end{cases} \end{aligned}$$

Equação 5.4 - Tele ou Empatia

5. *comunicação* – a comunicação representa o quanto está equilibrada ou não uma conversação através da troca de mensagens. Uma distribuição quase uniforme representa uma boa comunicação de muitos para muitos. Uma distribuição que esteja privilegiando um pequeno grupo com muitas mensagens e em relação a outros com poucas mensagens indica a existência de uma comunicação de poucos para muitos.

Calculando os desvios em relação à média é possível determinar se uma comunicação é boa ou não para o grupo. Entende-se como boa a comunicação que se aproxima da média, e como ruim a que se distancia em muito da média por privilegiar

alguns em detrimentos de outros. Se T_i é o total de frases do i -ésimo participante e T é o total de frases no debate até o momento, a função $Comun(i)$ é:

$$\begin{array}{l}
 \text{Calcule } X = \left| \frac{T_i - \text{média} \{T_j\}}{\text{desvio} \{T_j\}} \right|, \\
 \text{Para } j = 1, \dots, n, n \leq 15 \\
 \text{Comun}(i) = \begin{cases} S, & \text{se } X \leq 1 \\ N, & \text{em caso contrário} \end{cases}
 \end{array}$$

Equação 5.5 - Comunicação

6. *cooperação* – representa o quanto o aprendiz contribui para o trabalho do grupo. Assim, se sua participação se distancia da média da participação do grupo, sua cooperação decai. Mesmo no caso em que ele é o que mais trabalha, ou melhor, se seu desempenho é muito superior a dos demais, não estará havendo cooperação construtiva, ele estará resolvendo o problema pelo grupo e não o grupo resolvendo o problema. A cooperação estará boa se o índice de cooperação for inferior a 1.

A função $Cooper(i)$ é calculada por:

$$\begin{array}{l}
 \text{Calcule } X = \left| \frac{B_i - \text{média} \{B_j\}}{\text{desvio} \{B_j\}} \right|, \\
 \text{Para } j = 1, \dots, n, n \leq 15 \\
 \text{Cooper}(i) = \begin{cases} S, & \text{se } X \leq 1 \\ N, & \text{em caso contrário} \end{cases}
 \end{array}$$

Equação 5.6 - Cooperação

7. *aprendizagem* – a aprendizagem é o objetivo global do debate. Assim, é preciso considerar que ela não ocorreu por completo enquanto durar o debate.

Isto significa que é necessário que a mensagem nesse estado receba o rótulo o N até que o debate termine. Tem-se então um imperativo temporário. Após o término do

debate, uma medida para a aprendizagem será efetuada. É difícil estabelecer o grau de aprendizagem durante o decorrer do debate. A aprendizagem se dará por sedimentação ou por *gestalt*. Primeiro é preciso entender que num debate o que se pretende é que haja dois tipos de aprendizagem: i) a aprendizagem do conteúdo, e ii) a aprendizagem de como operar bem em grupo.

A primeira pode ser medida pela participação positiva do aprendiz no debate, isto é, pelo número de mensagens consideradas boas. A segunda é de difícil obtenção por que contem fatores subjetivos que só a mente humana pode tratar. É possível estabelecer quem está aprendendo mais que quem, ou quem sabe mais que quem, uma vez que, ao se prepararem para o debate, os aprendizes já dispõem de algum conhecimento.

O outro aspecto importante da aprendizagem é que ela muda o comportamento do aprendiz, quer seja por meio de *gestalt*, quer seja pela sedimentação. Pode-se então estabelecer uma medida comparativa no grupo, e poder-se-ia também calcular uma medida em relação a algum referencial projetado, mas esse último carece de informação *a priori* e isso provavelmente acarretaria mais esforço do professor. Por ora, sugere-se a avaliação comparativa com base no desempenho do grupo. O grau final relativo à participação do aprendiz no debate *on-line* pode ser apurado de três modos: i) por média ponderada sobre os itens que representa cada estado. (Nesse caso o professor informa previamente os pesos). ii) por média aritmética simples ou iii) por simples atribuição de grau pelo avaliador humano (professor). Uma avaliação pode ser calculada pela função *Aprend(i)* abaixo:

$$\text{Calcule } X = 5 + \frac{B_i - \text{média}\{B_j\}}{\text{desvio}\{B_j\}}$$

$$\text{Aprend}(i) = \begin{cases} 0, & \text{se } X < 0 \\ X, & \text{se } 0 \leq X \leq 10 \\ 10, & \text{se } X > 10 \end{cases}$$

para $j = 1, \dots, n, n \leq 15$

Equação 5.7 - Aprendizagem

O sistema opera conforme a Figura 5.3, as entradas externas e a atualização das mensagens dos aprendizes são tratadas pela estrutura e disponibilizadas para os demais agentes.

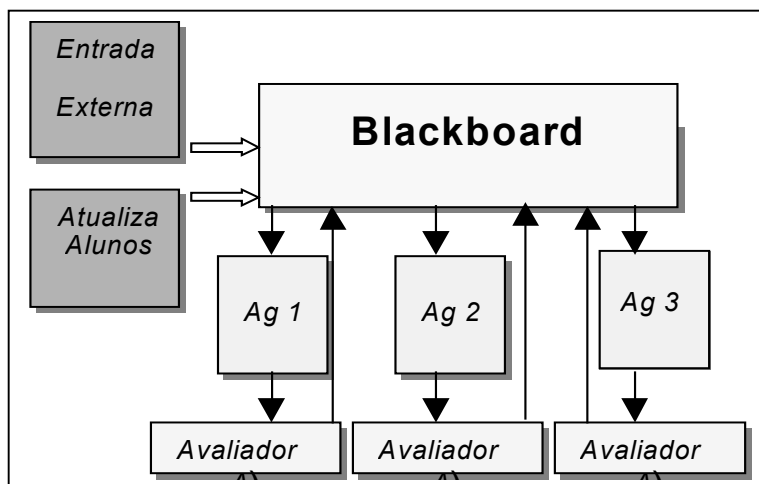


Figura 5.3 – O roteador de mensagens da máquina de estados da avaliação

O *blackboard* mantém disponíveis as informações para os agentes dos aprendizes. Mecanismos alternativos podem ser encontrados em Costa & Feijó (1996) e em (D'Souza, 1998). O comportamento do *blackboard* é também o de um agente. Como reporta Russel & Nörvig (1995), esta arquitetura disponibiliza as informações para os demais, uma vez que recebe e compila as entradas externas ao sistema. Tem-se uma estrutura multiagente que integra a toda a operação, habilitando o sistema a distribuir o processamento de modo a evitar o overload de um agente individual e, conseqüentemente, reduzir os atrasos nas respostas.