



ROMERO ARAÚJO DE MEDEIROS

**RACIOCÍNIO CIENTÍFICO POR MEIO DOS JOGOS
EDUCACIONAIS COLABORATIVOS**

Maceió
2009

ROMERO ARAÚJO DE MEDEIROS

**RACIOCÍNIO CIENTÍFICO POR MEIO DOS JOGOS
EDUCACIONAIS COLABORATIVOS**

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Modelagem Computacional de Conhecimento da Universidade Federal de Alagoas, como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Mestre em Modelagem Computacional de Conhecimento.

Área de Concentração: Modelagem Computacional de Conhecimento

Linha de Pesquisa: Modelagem Computacional em Educação

Orientador: Prof. Dr. Fábio Paraguaçu Duarte da Costa

Maceió
2009

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico

Bibliotecária Responsável: Helena Cristina Pimentel do Vale

M488 Medeiros, Romero Araújo de.
Raciocínio científico por meio dos jogos educacionais colaborativos / Romero Araújo de Medeiros, 2009.
105 f. : il.

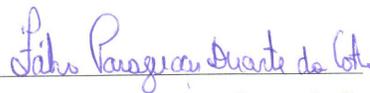
Orientador: Fábio Paraguaçu Duarte da Costa.
Dissertação (mestrado em Modelagem Computacional de Conhecimento) – Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Computação. Maceió, 2009.

Bibliografia: f. 94-99.
Anexos: f. 100-105.

1. Raciocínio científico. 2. Jogos colaborativos. 3. Aprendizagem sóciointeracionista. 4. Rede de Petri. I. Título.

CDU: 004.738.52

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Modelagem Computacional de Conhecimento pelo Programa Multidisciplinar de Pós-Graduação em Modelagem Computacional de Conhecimento, da Universidade Federal de Alagoas, aprovada pela comissão examinadora que abaixo assina:



Prof. Dr. Fábio Paraguaçu Duarte da Costa

UFAL – Instituto de Computação

Orientador



Prof. Dr. Arturo Hernández-Domínguez

UFAL – Instituto de Computação

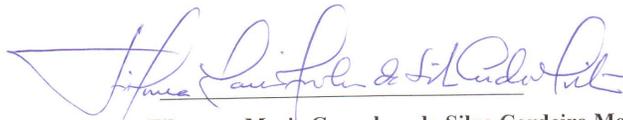
Examinador



Profa. Dra. Cleide Jane de Sá Araújo Costa

UFAL – Centro de Educação

Examinadora



Profa. Dra. Filomena Maria Gonçalves da Silva Cordeiro Moita

UEPB – Coordenação Institucional de Projetos Especiais

Examinadora

Maceió, julho de 2009.

A meus pais, minha esposa ,
e meus lindos filhos.

Agradecimentos

Uma enorme lista de pessoas seria necessária para que sejam feitos os devidos agradecimentos nesta longa jornada que foi a construção desta dissertação, portanto citarei algumas pessoas que ficaram mais próximas a mim neste caminho, me desculpando por aqueles que não citei.

Posso começar por Aquele que nos momentos de escuridão, quando eu não acreditava que seria possível o término dos meus textos, Ele me jogava luz e me dava força para prosseguir. Obrigado Senhor.

Ao meu Orientador Prof. Fábio Paraguaçu pelos seus conselhos e tranqüilidade na condução da orientação, sempre disposto a me ouvir e ajudar .

À minha preciosa esposa Magdala, cúmplice no entendimento do que é o Mestrado, maior motivadora deste meu desafio.

Aos meus pais, meu irmão, meus lindos filhos, família tão sacrificada pelas minhas tantas e tantas viagens, agradeço a paciência e o amor.

Aos maravilhosos colegas do Mestrado que tanto me ajudaram, em especial ao Fabio Melo, sempre colaborando em cada fase galgada. Aos colegas dos diversos fóruns e grupos de discussão, sobretudo ao Paulo Silva pelas dicas na construção do protótipo.

Resumo

Jogos em rede estão em destaque graças ao alto nível de interação entre pares, situação promotora do alto índice de jovens que passam horas em frente ao computador. O que norteia este trabalho é usar esta motivação para aprendizagem de forma científica, contemplando também a visão sócio-construcionista (VYGOTSKY, 1996) de educação. Esta estudo tem como objetivo o desenvolvimento de um modelo computacional para o ensino do Raciocínio Científico por meio da utilização de jogos colaborativos, utilizando o formalismo Rede de Petri Colorida. A relevância do projeto reside na crença de que o jogo educacional modelado funcione como um meio de aprendizagem, pelos princípios do Raciocínio Científico, com uma abordagem lúdica. Foi proposta uma arquitetura que define desde a concepção do jogo colaborativo, passando pela interface a ser aplicada, chegando à execução do jogo. Foi então modelado o processo de interação do jogo utilizando o formalismo baseado em Rede de Petri Colorida. Para analisar esse estudo, desenvolveu-se um protótipo de jogo em rede que foi aplicado a uma turma de alunos do segundo ano do ensino médio, quando se constatou, através de questionários, a viabilidade deste modelo, que utiliza aprendizagem colaborativa usando Raciocínio Científico.

Palavras-chave: raciocínio científico, jogos colaborativos, aprendizagem sócio-interacionista, Rede de Petri

Abstract

Games on net are in prominence due to the high level of interaction between pairs, situation that promotes a high number of youth spending hours in front of the computer. What guides this paper is to use this motivation for scientific learning, also focusing the education socio-constructivist view (VYGOTSKY, 1996). This paper's goal is to develop a computational model for the Scientific Reasoning teaching through the use of collaborative games, using the Coloured Petri Net formalism. This project relevance is in the belief that the shaped educational game functions as a way of learning, through principles of Scientific Reasoning, with a playful focus. It was proposed a frame that defines since the conception of collaborative game, including the interface to be applied, to the game execution. Then it was made the game interaction process using the formalism based on Coloured Petri Net. In order to evaluate this study, it was developed a game archetype on net that was used with high-school students, what made possible evidence, through questionnaires, this model viability, which uses collaborative learning through Scientific Reasoning.

Keywords: scientific reasoning, collaborative games, socio-interactionist learning, Petri Net

Sumário

Contextualização.....	12
Problemática.....	13
Hipótese.....	13
Justificativa.....	13
Objetivos.....	13
Metodologia.....	13
Organização do Trabalho.....	14
1 Raciocínio Científico.....	16
1.1 Introdução: O Método Científico.....	16
1.2 A História do Raciocínio Científico.....	18
1.2.1 A Visão Cartesiana.....	18
1.2.1.1 O Método Cartesiano e a Inteligência Artificial.....	19
1.3 Modelos de Descoberta Científica.....	20
1.4 Resolução de Problemas.....	22
1.5 Sistemas de Descoberta Científica.....	24
1.6 Considerações.....	25
2 Jogos Eletrônicos.....	27
2.1 Introdução.....	27
2.2 História dos Jogos Eletrônicos.....	28
2.3 Tipos de Jogos Eletrônicos.....	29
2.4 Tipos de Jogos com Relação ao Número de Jogadores.....	31
2.5 Componentes Essenciais de Jogos de Computador.....	31
2.6 Role Playing Game (RPG).....	32
2.6.1 História do RPG.....	33
2.6.2 Role Playing Games Digitais.....	33
2.6.3 O RPG Educacional.....	34
2.6.7 Considerações.....	34
3 Ambientes Interativos de Aprendizagem.....	36
3.1 Aprendizagem Colaborativa.....	37
3.2 Educação e Jogos Eletrônicos.....	38
3.3 Resolução de Problemas e Jogos Eletrônicos.....	39
3.4 AIAC Aprendizagem e Computadores.....	40
3.5 Ambientes de Aprendizagem por Computador.....	40
3.6 Funcionamento dos AIAC.....	41
3.7 Sistemas Tutores Inteligentes.....	42
3.8 AIAC de Descoberta.....	44

3.9	Ambientes de Aprendizagem Social.....	45
3.10]	Auto-Eficácia em Tutores Inteligentes.....	46
3.11	Considerações.....	46
4	Arquitetura e Rede de Petri.....	48
4.1	Introdução - Arquitetura.....	48
4.1.1	Modo de Autoria.....	49
4.1.1.1	Camada de Concepção.....	50
4.1.1.1.1	Modelo de Domínio.....	50
4.1.1.1.2	Modelo de Recursos.....	51
4.1.1.2	Camada de Aplicação.....	51
4.1.2	Modo Jogo.....	51
4.1.2.1	Módulo de Inicialização do Jogo.....	52
4.1.2.2	Módulo de Tratamento de Mensagens.....	52
4.1.2.3	Módulo de Tratamento de Grupos.....	52
4.1.3	<i>Engine</i>	52
4.1.4	Base de Casos.....	53
4.2	Redes de Petri.....	53
4.2.1	CPN <i>Seleção</i>	54
4.2.2	CPN <i>Descoberta</i>	57
4.2.3	CPN <i>Classifica Hipótese</i>	59
4.2.4	CPN <i>Cria Hipótese</i>	61
4.2.5	CPN <i>Refutação</i>	63
4.2.6	CPN <i>Experimento</i>	66
4.2.7	CPN <i>Conclusão</i>	68
4.3	Considerações.....	70
5	Protótipo e Experimento.....	71
5.1	Introdução.....	71
5.2	Objetivo do Protótipo.....	72
5.3	RPG <i>Makers</i>	72
5.4	Linguagem <i>Ruby</i>	73
5.5	Estrutura do Protótipo.....	73
5.6	Mapa de Login.....	74
5.7	Mapa de Introdução.....	76
5.8	Mapa de Observação.....	76
5.9	Mapa de Pergunta.....	77
5.10	Mapa de Hipótese, Refutação e Criação de Hipótese.....	78
5.11	Mapa de Experimento e Conclusão.....	80
5.12	Tela de E-mail, Chat e Manual.....	81
5.13	Experimento.....	82
5.13.1	Metodologia Adotada.....	83
5.13.2	Tarefas Executadas.....	83
5.13.2.1	Questionário Pré-Teste.....	83
5.13.2.2	O Protótipo.....	85
5.13.2.3	Questionário Pós-Teste.....	85
5.13.3	Discussão dos Resultados.....	89
5.3	Considerações.....	90
	Considerações Finais.....	92
	Trabalhos Futuros.....	93
	Bibliografia.....	94

Anexo A.....	100
Raciocínio Científico.....	100
Questionário Pré-Teste.....	102
Questionário Pós-Teste.....	103
Lista de Acompanhamento.....	105

Lista de Figuras

Figura 1.1	O Método Científico (HARRIS, 2008).....	18
Figura 1.2	Modelo Geral para Solução de Problemas (JOELSON, 2000).....	21
Figura 1.3	Representação gráfica de um programa de pesquisa lakatosiano (CHIBENI,2006)	22
Figura 3.1	Arquitetura de um AAC (MENEZES, 2001).....	42
Figura 3.2	Modelo de Um Sistema Tutor Inteligente	43
Figura 3.3	Arquitetura de um AIAC de Descoberta (MENEZES, 2001).....	45
Figura 4.1	Arquitetura do Modelo	49
Figura 4.2	Ferramenta <i>CPN Tools</i> (CPN GROUP, 2009).	54
Figura 4.3	Diagrama simplificado para o cenário da rede <i>Seleção</i>	55
Figura 4.4	CPN <i>Seleção</i>	56
Figura 4.5	Diagrama simplificado para o cenário da rede <i>Descoberta</i>	57
Figura 4.6	CPN <i>Descoberta</i>	59
Figura 4.7	Diagrama simplificado para o cenário da rede <i>Escolher Hipótese</i>	60
Figura 4.8	CPN <i>Escolher Hipótese</i>	61
Figura 4.9	Diagrama simplificado para o cenário da rede <i>Cria Hipótese</i>	62
Figura 4.10	CPN <i>Cria Hipótese</i>	63
Figura 4.11	Diagrama simplificado para o cenário da rede <i>Refutação</i>	64
Figura 4.12	CPN <i>Refutação</i>	65
Figura 4.13	Diagrama simplificado para o cenário da rede <i>Experimento</i>	66
Figura 4.14	CPN <i>Experimento</i>	68
Figura 4.15	Diagrama simplificado para o cenário da rede <i>Conclusão</i>	69
Figura 4.16	CPN <i>Conclusão</i>	70
Figura 5.1	Mapa conceitual do protótipo	74
Figura 5.2	(a) Tela de escolha do Servidor de rede; (b) Tela de Login e criação do usuário	75
Figura 5.3	(a) Escolha do avatar e nome; (b) tela de confirmação de início de jogo	76
Figura 5.4	(a) Escolha do início do jogo ou menu de ajuda; (b) tela de apresentação.	76
Figura 5.5	(a) tela de navegação no mapa Observação; (b) coleta de informações com personagens não jogadores (PNJ).	77
Figura 5.6	(a) tela de navegação no mapa Pergunta; (b) sugestão do Problema pelo PNJ.	78

Figura 5.7	(a) Sugestão de Hipótese pelo PNJ; (b) PNJ refuta a Hipótese sugerida.	78
Figura 5.8	(a) Sugestão de Criação de Nova Hipótese; (b) Envio de Nova Hipótese ao Tutor.....	79
Figura 5.9	(a) Experimento da Hipótese lançada; (b) Escolha entre optar por nova Hipótese, verificar ganhos ou sair do jogo.....	80
Figura 5.10	(a) Pontuação pela Hipótese escolhida; (b) Final de jogo.....	81
Figura 5.11	(a) Menu na parte superior com opções de E-mail e chat; (b) Chat entre dois jogadores on-line.....	81
Figura 5.12	(a) Tela de abertura do jogo; (b) Tela de ajuda a navegação.	82
Figura 5.13	Qual a sua experiência com microcomputadores? Qual seu nível de conhecimento nesta área?	84
Figura 5.14	Qual a sua experiência com jogos eletrônicos? Qual seu nível de conhecimento nesta área?	84
Figura 5.15	Qual a sua experiência com a abordagem do raciocínio científico? Qual seu nível de conhecimento nesta área?	84
Figura 5.16	De acordo com o texto, você compreendeu o conceito de raciocínio indutivo e dedutivo?	85
Figura 5.17	Você compreendeu que, para caracterizar uma pesquisa sob o método científico, deve-se executar uma série de passos (observação, pergunta, hipótese, questionamento, experimento e conclusão)?	85
Figura 5.18	Você observou se o jogo tentava mostrar algum problema?	86
Figura 5.19	Foram mostradas sugestões (hipóteses) para a resolução do problema?	87
Figura 5.20	Foi questionada sua sugestão?	87
Figura 5.21	Você conseguiu mostrar se sua sugestão foi válida (realizou experimento)?	87
Figura 5.22	Após a execução do jogo ficou mais fácil a interpretação do conceito do que é o Método Científico?	88
Figura 5.23	Você saberia explicar os passos para a resolução do problema?	88
Figura a.1	O Método Científico	100

Lista de Tabelas

Tabela 4.1	Lugares da Rede de Petri Colorida <i>Seleção</i>	56
Tabela 4.2	Transições da Rede de Petri Colorida <i>Seleção</i>	57
Tabela 4.3	Lugares da Rede de Petri Colorida <i>Descoberta</i>	58
Tabela 4.4	Transições da Rede de Petri Colorida <i>Descoberta</i>	58
Tabela 4.5	Lugares da Rede de Petri Colorida <i>Escolher Hipótese</i>	60
Tabela 4.6	Transições da Rede de Petri Colorida <i>Escolher Hipótese</i>	60
Tabela 4.7	Lugares da Rede de Petri Colorida <i>Cria Hipótese</i>	62
Tabela 4.8	Transições da Rede de Petri Colorida <i>Cria Hipótese</i>	63
Tabela 4.9	Lugares da Rede de Petri Colorida <i>Refutação</i>	65
Tabela 4.10	Transições da Rede de Petri Colorida <i>Refutação</i>	65
Tabela 4.11	Lugares da Rede de Petri Colorida <i>Experimento</i>	67
Tabela 4.12	Transições da Rede de Petri Colorida <i>Experimento</i>	68
Tabela 4.13	Lugares da Rede de Petri Colorida <i>Conclusão</i>	69
Tabela 4.14	Transições da Rede de Petri Colorida <i>Conclusão</i>	70

Introdução

Contextualização

O espírito de competição permeia o comportamento humano desde os primórdios. Os jogos representam um meio acordado entre partes para legitimar as competições, sejam em busca da sabedoria ou da força bruta, envolvendo homens, animais, armas ou mesmo sedução. Sua importância converge para áreas além do simples entretenimento, como em aplicações onde o objetivo é a aprendizagem.

De uso comum em todas as idades, os jogos hoje marcam sua importância em nossa sociedade como nunca. A sedução pelo lúdico, especificamente entre o público jovem, é freqüente. Para estes jovens a tecnologia entra como o grande disseminador do jogar, consumindo boa parte de seu tempo.

Mas esta relação entre jogos e tecnologia pode ter um caráter positivo quando direcionados a aprendizagem. Os jogos quando aplicados para a educação se propõem a alterar o aprendizado, facilitando a aquisição do conhecimento. O modelo desenvolvido nesta pesquisa propõe uma ferramenta lúdica que tem como meta auxiliar o aluno (usuário) no processo educativo, através do uso de técnicas aplicadas ao raciocínio científico. Para isto foi então desenvolvido um protótipo de um jogo eletrônico que atenda a estes requisitos.

Por quê jogos eletrônicos? Segundo BATTAIOLA (2001), o grande interesse no desenvolvimento deste tipo de software se deve ao seu atrativo comercial, cujo mercado mundial movimentava dezenas de bilhões de dólares. Jogos eletrônicos podem ser definidos como sendo de terceira ou primeira pessoa, ou sob as categorias de ação, estratégia, aventura, esportes e simuladores (VALENTE, 2005).

Problemática

Como promover o desenvolvimento de um modelo computacional que possa ser usado no ensino do raciocínio científico usando jogos eletrônicos, em uma situação que privilegie a colaboração entre os jogadores.

Hipótese

A pesquisa tem como hipótese a crença de que o jogo educacional que será modelado funcione como um meio de aprendizagem do Raciocínio Científico de forma lúdica.

Justificativa

Da integração entre o processo de descoberta do conhecimento científico e um Ambiente Interativo de Aprendizagem por Computador (AIAC), podemos criar um modelo que servirá como facilitador de aprendizagem. Este trabalho está sendo direcionado a pesquisa de ferramentas de aprendizagem colaborativa, permitindo a construção do conhecimento através de um jogo on-line.

Objetivos

Este trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de um modelo computacional para aprendizagem usando o método do raciocínio científico através da utilização de jogos colaborativos, utilizando o formalismo Rede de Petri Colorida.

Metodologia

A pesquisa partiu da criação de um modelo de questionamento, refutações e experimentos envolvendo a seleção de um domínio de questões, que tiveram como premissa a aprendizagem do raciocínio científico. A confecção de um protótipo de um jogo eletrônico com perfil educacional que utilize regras foi feita a fim de comprovar o modelo, com o protótipo aplicado a um experimento envolvendo alunos do ensino médio. Neste experimento foram aplicados questionários antes e pós-teste, para averiguar a eficiência do mesmo.

Organização do Trabalho

A dissertação está distribuída nos seguintes capítulos, assim dispostos:

Capítulo 1 - Raciocínio Científico

Neste capítulo tratamos desde a história do Raciocínio Científico, passando pela visão Cartesiana, fazendo a relação do Método Cartesiano com a Inteligência Artificial, destacando os modelos de Descoberta Científica desde Popper (POPPER, 1993) a Lakatos, os princípios da resolução de problemas segundo POLYA (1954), terminando com uma visão sobre os atuais sistemas de Descoberta Científica.

Capítulo 2 - Jogos, Educação e Casos

No Capítulo 2 tratamos os tipos de jogos, classificando-os desde o número de jogadores a seus componentes essenciais, analisando a história dos Jogos Eletrônicos, chegando aos Role Playing Game (RPG). Recapitulando o contexto dos RPG's, chegamos aos Role Playing Games Digitais e aos RPG's educacionais. Em seguida discutimos sobre a aprendizagem, as teorias sócio-interacionista e sua relação com os sistemas computacionais, os ambientes de aprendizagem por computador e seu funcionamento, os sistemas Tutores Inteligentes, os Ambientes Interativos de Aprendizagem por Computador de Descoberta e os Ambientes de Aprendizagem Social.

Capítulo 3 - Arquitetura e Rede de Petri

No Capítulo 3 discutimos a arquitetura proposta do modelo, identificada pontualmente como modo de Autoria, camada de Concepção, modelo de Domínio, modelo de Recursos, camada de Aplicação, modo Jogo, módulo de Inicialização, módulo de Tratamento de Mensagens, módulo de Tratamento de Grupos, sua *engine* e a base de dados. Em seguida discutimos a criação de um modelo baseado nas redes de Petri coloridas, desenvolvida nos seguintes passos: Seleção, Descoberta, Classifica Hipótese, Cria Hipótese, Refutação, Experimento e Conclusão.

Capítulo 4 - Protótipo e Experimento

O capítulo trata o desenvolvimento do Protótipo, suas características de acordo com o Modelo idealizado em Rede de Petri Colorida, sua aplicação em sala de aula e a comprovação de sua validade através de questionários aplicados aos participantes.

Capítulo 1

Raciocínio Científico

1. Introdução: O método Científico

A **Ciência** é o conhecimento ou um sistema de conhecimentos que abrange verdades gerais ou a operação de leis gerais especialmente obtidas e testadas através do método científico. A ciência é uma prática baseada em uma atividade de descoberta, e em observações. Observação é um procedimento, fase da investigação científica na qual os fenômenos, tal como ocorrem, são objetos de constatação cuidadosa, evitando-se qualquer intromissão do observador sobre estes objetos. Esta observação pode ocorrer de duas formas: a forma direta ou indireta. A forma direta é quando o pesquisador ou cientista utiliza os seus sentidos, sua percepção de forma objetiva. Já na forma indireta ele vai se apropriar de apetrechos, aparatos tecnológicos, para que ele possa capturar, entender o que ele está registrando. Esta observação registrada pode ser chamada de dado (HARRIS, 2008).

Assim, estes dados podem ser classificados de forma quantitativa, por exemplo, quando se associa um número a unidade de medida. No dado qualitativo ele vai revelar um comportamento, seja de um animal, de uma pessoa, ou em alguma situação que esteja sendo acompanhada.

Fazer observações e captar dados é algo próprio da ciência. Assim os dados devem ser analisados, interpretados, reutilizados de forma que a informação contida seja compreendida. Este é o chamado Raciocínio Indutivo, que demonstra a capacidade de derivar algo mais geral através de uma observação específica (HARRIS, 2008).

O método e o rigor da ciência, sua sistemática, são inevitáveis para que a ciência exista. A partir do momento que são colhidos os dados, têm que se testar este dado, e testá-lo novamente, até que possamos confirmar ele como válido (ou não).

A Ciência não é só uma forma de pensar, mas de trabalhar, começando pela observação, fazendo um questionamento, criando uma hipótese que possa responder este questionamento. Desta forma serão feitos testes através de experiências, que comprovarão ou não esta hipótese (HARRIS, 2008).

Como dissemos, as etapas para um método científico se sintetizam pela observação de um dado objeto ou situação. A partir daí é feita uma pergunta referente à situação, onde é feita a tentativa de resposta por meio de uma hipótese. Então é conduzida uma experiência, que dependendo do dado gerado, promoverá a aceitação ou negação desta hipótese. Se a hipótese for refutada, poderá ser feita uma nova hipótese para a resolução do problema.

As observações nascem da curiosidade, que levam a uma pergunta. A pergunta tem a função de refinar o foco, identificando o problema de forma específica.

O próximo passo é a sugestão de uma resposta, dada na forma de uma hipótese, seguindo o modelo do “se...então”. Este forma caracteriza o Raciocínio Dedutivo. Este, ao contrário do Indutivo, promove a movimentação do mais geral para algo mais específico.

Uma hipótese segue por duas condições: Na primeira é passível um teste, através de um experimento que vai indicar sua validade. Na segunda situação, a hipótese é questionada, e assim será desenvolvido um experimento demonstrando que a proposição não procede.

Segundo Harris (2008) uma experiência deve ser controlada de forma a manipular as suas variáveis, assim classificadas como independentes e dependentes. As independentes são aquelas controladas por quem gerencia a experiência, são os alvos da pesquisa. As dependentes são aquelas outras que queremos acompanhar. Como exemplo, se altero o design de um avião e quero

testar sua performance pelo método científico, a forma do avião será minha variável independente, enquanto dados como velocidade, consumo, estabilidade serão minhas variáveis dependentes. Em uma experiência, deve-se criar grupos, divididos na forma de grupo de controle e grupo experimental. O experimental é aquele onde está sendo feito o experimento, que será manipulado e acompanhado. O de controle será usado como parâmetro nesta comparação.



figura 1.1: O Método Científico (HARRIS, 2008)

Na análise de dados e conclusão do experimento nem sempre os dados qualitativos e quantitativos nos dão subsídios para chegarmos a uma resposta conclusiva sobre o objeto estudado. É comum o uso de ferramentas de análise sofisticadas para conseguirmos tecer uma boa comparação (HARRIS, 2008).

1.2 A História do Raciocínio Científico

1.2.1 A Visão Cartesiana

René Descartes (1596-1650) teve grande influência na Computação,

especificamente na área de Inteligência Artificial. Descartes afirmou: “Quando jovem, ouvi falar de invenções engenhosas, tentei inventá-las eu próprio, sem nada ter lido sobre seus autores. Ao fazê-lo, percebi, gradualmente, que estava utilizando certas regras.”(POLYA, 1954).

Continuando este rápido acompanhamento histórico, Francis Bacon (1621) formalizou o pensamento científico, advogando o raciocínio indutivo, através do livro “Novum Organum”. Foi pela obra de pensadores como Nicolau Copérnico e Galileu Galilei que Bacon chegou ao formalismo do pensamento científico.

Em seguida, Pasteur (1862) evoluiu o pensamento científico, com suas experiências. Uma delas, bastante conhecida, nega a teoria na qual a vida é gerada de forma espontânea, provando através de uma experiência. Após serem preenchidos dois tubos com um certo líquido (caldo), onde um é exposto à atmosfera e por isso se contamina com germes e bactérias, o outro não exposto não sofre a contaminação. Pasteur partiu de uma hipótese, e a partir dela organizou uma experiência meticulosa.

1.2.1.1 O método cartesiano e a Inteligência Artificial

Podemos citar a influência do cartesianismo na Inteligência Artificial pela Teoria representacional da mente, onde a cognição envolve o processamento de estados internos que sejam interpretados de forma semântica; Através do mecanismo de processamento de informação no cérebro funcionando como um símbolo impõe este sistema de representação, onde as técnicas computacionais são responsáveis pela aquisição de conhecimento; GPS (General Problem Solver), o qual se apóia no conjunto busca, memória e raciocínio.

Um modelo cognitivo que usa da busca heurística, auxiliada por métodos de planejamento, acrescentada de regras heurísticas, como a garantia de se encontrar a solução correta, caso exista, em tempo finito. Outro tópico é a explicação para o pensamento pelas descrições simbólicas discretas (frames, redes semânticas, scripts, etc).

Percebe-se a visão cartesiana na IA ao longo dos últimos anos: na década

de 60 surgem conceitos de aprendizagem, adaptação de heurísticas e estruturas de conhecimento ao espaço de buscas; nos anos 70, a natureza dos computadores e dos modelos de computação limitam algoritmos de resolução de problemas; na década de 80, Roger Schank (1983) defende que sistemas não existem sem aprendizado e sem reorganização do conhecimento, os chamados sistemas especialistas.

Do ponto de vista epistemológico, mecanismos cognitivos também podem ser estudados através de redução (reducionismo): para compreender um mundo complexo, é necessário desmontá-lo em partes elementares mais simples.

1.3 Modelos de Descoberta Científica

No século XIX, Pierce (1977) propôs um modelo de descoberta científica baseado em abdução, indução, e dedução. Em contrapartida, como uma reação ao positivismo lógico que se iniciou no começo do século XX, a filosofia da ciência tem procurado uma lógica de descoberta científica que não deixe a razão para formalismos que apresentem uma lógica incompleta. De acordo com Popper (apud HULSHOF, 2001) não há uma lógica em abdução e indução. Dedução, por outro lado, aplica-se ao contexto de justificação, e é somente nesta área pelo qual o procedimento científico pode ser estudado.

A razão para isso, é que ambos abdução e indução não são métodos logicamente completos para estabelecer a verdade (VEERMANS, 2003). A indução, entretanto, permanece no método científico porque exemplos de progresso científico que foram baseados em indução provaram seu valor, mesmo sem uma base lógica completa. Entretanto, segundo Popper (apud HULSHOF, 2001) o estudo que está por trás do contexto de descoberta não está aberto para análise lógica, pois muitas das descobertas contêm um elemento irracional, largamente baseado em intuição (NETO, 2006).

Em sua *Lógica da Descoberta Científica*, Popper (POPPER, 1993) estabelece que uma teoria científica não é obtida por indução a partir de um conjunto de fatos observados, mas pela conjuntura de invenção de hipóteses, conjecturas e até mesmo por “adivinhações”. Segundo ele, uma teoria científica

descreve coisas existentes em um mundo real e que, para a ciência, não importa como esta é obtida mas sim como se verifica o seu grau de verossimilhança com o real.

Para que uma teoria seja considerada científica, ela deve satisfazer o princípio da refutabilidade; ou seja, ela deve arriscar-se a fazer previsões passíveis de falsificação. Uma teoria é falsificável quando existe um conjunto potencial de falsificadores que possam ser submetidos a testes no mundo real. Uma teoria é mais falsificável que outra na medida que esse conjunto de falsificadores é maior ou menor.

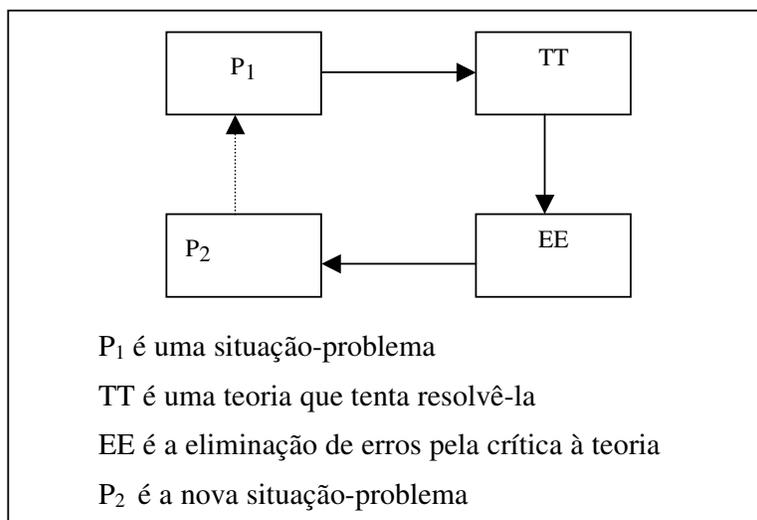


Figura 1.2 - Modelo geral para Solução de Problemas (CARVALHO, 2000).

Uma teoria científica deve ser definida de forma que possa prever algo sobre o mundo real. Popper mostrou que não seria necessário se ter como princípio científico a lógica da indução; a ciência teria como fundamento uma Lógica das Conjecturas e Refutações. Popper afirma que a ciência progride através da lógica situacional de resolução de problemas (POPPER, 2004). O que ele chama de lógica situacional de problemas, ou análise situacional, está relacionado a uma explicação conjectural ou experimental de alguma ação humana que recorra à situação em que o agente se encontra. Neste sentido, o conhecimento científico se desenvolve numa cadeia de problemas e soluções de problemas.

No esquema geral de solução de problemas, várias TTs competem para ser

uma solução para a situação-problema em questão, e as conjecturas e refutações podem ser identificadas com os mecanismos dessa abordagem de variação e seleção. O mecanismo de variação é, na construção de uma teoria científica, representado pela fase de geração de hipóteses e o mecanismo de seleção é representado pela fase de testes da teoria em situações que ocorrem no mundo real (JOELSON, 2000).

Já o filósofo Imre Lakatos renova as teorias de Popper para o pensamento científico. Chibeni (2006) interpreta a concepção lakatosiana de ciência como envolvida em um novo critério de demarcação entre ciência e não-ciência. Lembra que o critério indutivista considerava científicas somente as teorias provadas empiricamente. Não haveria, segundo ele, nenhuma teoria genuinamente científica, pois todo conhecimento do mundo exterior é falível. Também o critério falseacionista popperiano, segundo o qual só são científicas as teorias refutáveis, elimina demais: como nenhuma teoria pode ser rigorosamente falseada, nenhuma poderia classificar-se como científica. O critério de demarcação proposto por Lakatos, por outro lado, adequadamente situam no campo científico algumas das teorias unanimemente tidas como científicas, como as grandes teorias da física. Esse critério funda-se em duas exigências principais: uma teoria deve, para ser científica, estar imersa em um programa de pesquisa, e este programa deve ser progressivo.

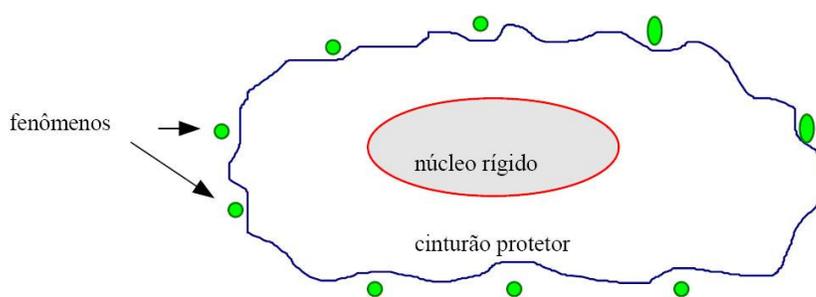


Figura 1.3: representação gráfica de um programa de pesquisa lakatosiano (CHIBENI,2006)

1.4 Resolução de Problemas

O espaço dedicado pelos jornais e revistas populares a palavras cruzadas e enigmas revelam que as pessoas passam o tempo resolvendo problemas, sem qualquer aplicação prática. Por trás do desejo de resolver este ou aquele problema que não resulta em vantagens materiais, pode haver uma curiosidade mais profunda, um desejo de compreensão de formas e meios, motivações e procedimentos da resolução de problemas (POLYA, 1954).

Polya (1954), em seu livro “A Arte de Resolver Problemas”, traça assim meios de variação de um dado problema:

Generalização

Regras a partir de um conjunto (ou elemento) se expandem para um conjunto mais abrangente, onde problemas mais gerais são mais fáceis de serem resolvidos.

Exemplo: “Uma reta e um octaedro regular são dados por sua posição. Encontre um plano que passe pela reta dada e que divida ao meio o volume do octaedro dado” poderia ser visto como um problema mais geral: “Uma reta e um sólido com centro de simetria são dados por sua posição. Encontre um plano que passe pela reta dada e que divida ao meio o volume do sólido dado”, onde o plano passa pelo centro de simetria do sólido, resolvendo o problema, usando um nível de dificuldade menor.

Particularização

A partir de um problema auxiliar, menos ambicioso, mais simples, se chega a solução do problema principal, com características mais gerais.

Analogia

Objetos tidos como análogos devem coincidir em certas relações de suas partes, valorizando a identidade destas relações.

Exemplo: “Um paralelogramo retângulo é análogo a um paralelepípedo retângulo”, onde as relações entre os lados do paralelogramo são semelhantes ao do paralelepípedo retângulo, podendo estas relações ser fundidas em um único enunciado.

Decomposição e Recomposição

Quando se tem a impressão de um objeto como um todo, mas sua visão não é claramente definida, é necessário um aprofundamento nos detalhes deste objeto. Cria-se assim uma nova interpretação para este objeto, decompondo-o em várias partes e recombinação-o para se recriar a visão.

1.5 Sistemas de Descoberta Científica

Entre os sistemas conhecidos para descoberta científica, podemos destacar alguns:

AM

Sistema concebido por Lenat em 1975, com o objetivo de modelar um aspecto de pesquisa da matemática elementar, descobrindo novos conceitos, através de heurísticas. Redescobriu conceitos importantes da teoria dos números, inclusive realizações importantes deste sistema foram a redescoberta de números primos e de números naturais (LENAT, 1983A).

EURISKO

O sistema EURISKO veio como uma extensão do sistema AM, representa heurísticas ao invés de representar conceitos de domínio, característica do AM. O AM era limitado pela natureza estática de suas heurísticas (LENAT, 1983B).

BACON

Diferente do sistema AM, que mostrava a descoberta acontecendo em um ambiente teórico, a idéia do BACON era trabalhar com a teoria da elaboração de hipóteses, a validação a projetos e execução de experiências. A proposta do BACON é trabalhar a Descoberta de Leis Quantitativas. Foi desenvolvido por Langley nos anos 80. O sistema redescobriu algumas leis já conhecidas como a Lei do Gás Ideal, A 3ª Lei de Kepler, a Lei de Coulomb e a Lei de Ohm (LANGLEY, 1992).

GLAUBER

Sistema de descoberta para Leis Qualitativas em Química. A idéia do

sistema é propor leis mais genéricas após terem sido fornecidas leis qualitativas. O sistema redescobriu a Lei dos Ácidos e Bases (LANGLEY, 1992).

BOOLE2

Recebe como parâmetro de entrada um conjunto de operações e um conjunto de combinações representando um conhecimento científico. O resultado gerado é um registro das propriedades algébricas do tal conhecimento e uma indicação sobre a possibilidade deste ser passível de sofrer separação de símbolos (*simbolizável*). O programa foi capaz de descobrir que a Lógica, a Geometria e um subconjunto do Cálculo Diferencial são simbolizáveis e que a generalização da Geometria Gregoriana não o é devido ao seu leque de comutatividade. BOOLE2 não realiza descoberta a partir de dados, mas a partir de uma representação abstrata de algum conhecimento científico (LEDESMA, 1997).

SAID

O Agente Racional SAID (*Seulement Abduire, Induire et Déduire*) (FERNEDA, 1992), um sistema inteligente concebido para ter a capacidade de construir seu próprio conhecimento através da interação com um agente humano e explicar suas decisões, integrando a Teoria Semi-Empírica (TSE) e protocolo de aprendizagem MOSCA (Mestre + Oráculo + Sonda + Cliente + Aprendiz). A grande vantagem desta arquitetura é utilizar o princípio da refutabilidade como critério de validação do conhecimento, podendo ser caracterizado como um sistema popperiano.

1.6 Considerações

O método científico, operando como ferramenta base para uma pesquisa formal, pode atuar como instrumento de aprendizagem lúdica para alunos de ensino médio, usando o recurso da colaboração para consolidar a construção do conhecimento. Desta forma revisamos os conceitos do raciocínio científico no presente capítulo, sua importância para a existência da ciência, sua historicidade, a interpretação popperiana, o processo para resolução de problemas do ponto de vista matemático, e concluímos com uma avaliação de alguns sistemas que tem por objetivo utilizar o raciocínio científico.

Veremos a seguir o funcionamento de jogos educacionais e sua relação com ambientes inteligentes de aprendizagem, para então criar um modelo que utilize o método científico.

Capítulo 2

Jogos Eletrônicos

2.1 Introdução

Os jogos sempre fizeram parte de nossa cultura, é algo natural de nossa civilização e até mesmo fora dela. Johan Huizinga, historiador holandês, descreve o jogo como um fenômeno cultural e repetível em seu livro "Homo Ludens" (1938). Nele, discute que se até os animais jogam, o jogo chega a ser mais antigo que a própria cultura, ultrapassando os limites da atividade puramente física ou biológica, conferindo um sentido a ação, transcendendo as necessidades imediatas da vida.

As características fundamentais do jogo moram na sua própria fascinação, intensidade e paixão, um fim em si mesmo. Estas características estão baseadas em regras, que os participantes devem obedecer, apesar da ânsia em ganhar. "Jogar é uma atividade voluntária ou ocupação executada dentro de certos limites fixos de tempo e lugar, de acordo com regras livremente aceitas, mas absolutamente obrigatórias, tendo o seu objetivo em si mesmo e acompanhado por um sentimento de tensão, alegria e da consciência do que é "diferente" da "vida normal" (HUIZINGA, 2008).

Huizinga (2008) complementa que todo jogo é limitado no tempo, não tem contato com qualquer realidade exterior a si mesmo e contém seu fim em sua própria realização. Caracteriza-se além disso pela consciência de se tratar de uma atividade agradável, que proporciona um relaxamento de tensões da vida cotidiana.

Competições em habilidade, força e perseverança sempre ocuparam um lugar dos mais importantes em todas as culturas, quer em relação a um ritual ou simplesmente como divertimento. Desde torneios medievais às atuais prática de

exercícios físicos, a humanidade trabalha as competições como sistemas de regras, originando desta forma os esportes, fazendo uma transição do divertimento ocasional para a competição organizada.

Pelo aspecto da resolução de problemas, Huizinga (2008) faz observações quanto à filosofia e o ato de competir:

Deixando de lado o problema de saber até que ponto a própria palavra “problema” – que significa à letra “aquilo que é colocado perante alguém”- aponta para o desafio como origem da proposição filosófica, podemos afirmar com segurança que o filósofo, desde as épocas mais remotas até os últimos sofistas e retores, sempre assumiu todas as características do campeão. Desafiava seus rivais, submetia-os à crítica mais veemente, afirmando suas próprias opiniões como as únicas verdadeiras, com toda a autoconfiança juvenil própria do homem arcaico.(p. 130).

Com relação à ciência, as regras não são definitivas, podem ser desmentidas pela experiência, sofrendo modificações de toda a ordem, ao passo que a alteração das regras de um jogo tem como consequência estragar o próprio jogo. Apesar desta interpretação, é legítimo perguntar se não há na ciência um elemento lúdico, dentro do terreno circunscrito pelo seu método, como por exemplo na tendência para sistematizar que todo cientista possui tendência de caráter parcialmente lúdico (HUIZINGA, 2008).

De forma complementar, percebemos então que a solução de um desafio proposto por um jogo de regras, seja apenas junto ao sujeito sozinho ou em um grupo, se assemelha muito a pesquisa científica, com definições de objetivos e metodologia, enquadrados no ambiente de espaço e tempo onde se realiza a pesquisa (OLIVEIRA, 2003).

Como os jogos mantêm seu lugar em nossa sociedade, servindo ainda como ferramenta epistemológica em pleno século XXI? Neste aspecto os jogos eletrônicos ganham cada vez mais espaço. No tópico seguinte focamos o uso de jogos eletrônicos na perspectiva de sua aplicação tecnológica, o impacto social e econômico desta ferramenta, suas variações de estilo, forma e número de jogadores.

2.2 História dos Jogos Eletrônicos

A história dos jogos eletrônicos remete aos anos 60, com o jogo Spacewar, criado por Steve Russel, do MIT. Já nos anos 70 surgem o Odissey (Ralph Bauer) e a Atari (Nolan Bushnell), esta inspirada no produto de Bauer. Estes primeiros consoles usavam programas desenvolvidos em linguagem Assembly. Hoje se precisa de uma equipe que, além da programação, atenda as áreas de roteiro, cinema (ou cenas de jogos), direção de arte, pesquisa histórica, editores de som ou compositores.¹

Do ponto de vista do mercado de software, os jogos são uma área em franca expansão. Em 2007 só nos EUA as vendas da indústria de games atingiram receita de 9,5 bilhões de dólares, com um aumento de 27% em comparação a 2006, segundo dados colhidos pelo NPD Group (empresa que mede a circulação de produtos e comportamento do consumidor em indústrias norte-americanas) e divulgados pela Entertainment Software Association (ESA) - associação dedicada aos negócios e assuntos públicos das empresas editoras de jogos para consoles de vídeo game, dispositivos portáteis, computadores pessoais e Internet. Segundo a pesquisa, o maior faturamento do mercado veio dos games para consoles, com 6,6 bilhões de dólares provenientes de 153,9 milhões de títulos. Jogos Eletrônicos portáteis ficaram em segundo, com 77,5 milhões de títulos somando faturamento de 2 bilhões de dólares, enquanto o mercado para PCs totalizou 910,7 milhões de dólares.²

2.3 Tipos de Jogos Eletrônicos

Não existe um modelo formal para classificar os jogos, mas podemos citar algumas interpretações. Em BATTAIOLA (2001), jogos são definidos como sendo de terceira ou primeira pessoa, respectivamente atores e avatares. Também define os tipos de jogos com relação aos objetivos, um modelo que VALENTE (2005) descreve em maiores detalhes:

Ação – São jogos onde a ênfase se dá na coordenação motora, e o enredo acaba tendo uma importância menor. Neste tipo de jogo cabe o maior número de subcategorias:

¹ localizado em www.jornalismo.ufsc.br/redealcar/cd4/digital/c_pinheiro.doc em 04/02/09.

² localizado em http://www.theesa.com/archives/2008/01/computer_and_vi_1.php em 04/02/09.

Tiro: Modelo no qual o jogador pode ser de primeira ou terceira pessoa, ambientado de forma bidimensional ou tridimensional, o jogador tem apenas de acertar seus alvos. Exemplos de jogos de Tiro 2D: Gradius e Contra; Exemplos de jogos de Tiro 3D: Quake e Unreal Tournament.

Luta: Modelo onde o jogador tem de ganhar combates, podendo ser ambientado de forma 2D ou 3D. Tipo: Street Fighter e Mortal Kombat.

Rítmico: Modelo onde o jogador dança para conseguir pontos, também conhecido como DDR (dance dance revolution).

Estratégia – Jogos baseados no uso de táticas, gerenciamento dos recursos oferecidos e na habilidade de negociação (TAROUCO, 2004). Também chamados de jogos de Guerra, podem ser baseados em Tempo Real (*Real Time Strategy, RTS*) ou Baseado em Turnos (*Turn-based Strategy, TBS*). Nos jogos de estratégia tipo TBS a exposição do jogo ocorre em períodos, onde o jogador da ocasião não tem limite de tempo para seu planejamento, diferente do outro modo onde o jogador precisa definir sua jogada de forma imediata. Exemplos de jogos de Estratégia TBS: Civilization II; Exemplos de jogos de Estratégia RTS: Warcraft e Command and Conquerer.

Aventura - Caracteriza-se por um enredo atraente através da combinação de ações baseadas em raciocínio. O jogador deve ultrapassar estágios que envolvam a resolução de charadas, quebra-cabeças, movimentação por labirintos para que possa avançar nos diversos níveis do jogo. Exemplo de jogo de Aventura: Monkey Island.

Esportes - Jogo que tenta simular um ambiente real ou fictício criado a partir de um determinado tipo de esporte. Geralmente idealizado a partir de esportes populares como futebol, vôlei ou basquete. Exemplos de jogos baseados em Esportes: Fifa Soccer e Winning Eleven.

Simuladores - jogos dentro de um ambiente que tenta retratar uma realidade, onde o jogador possa interagir gerenciando situações sem os perigos associados a elas. Estes simuladores podem ser Mecânicos, como aviões e carros, ou de Gestão (ou Ecossistema), administrando lugares e circunstâncias. Exemplo

de jogo Simulador Mecânico: Flight Simulator e Need For Speed. Exemplo de jogo Simulador de Gestão: Sim City e Populous.

2.4 Tipos de Jogos com Relação ao Número de Jogadores

Outra forma de categorizar jogos é pela quantidade de pessoas que podem jogá-lo (BATTAIOLA, 2001). Normalmente os jogos são monousuário, a interação ocorre apenas entre o jogador e a máquina. Em contrapartida, um bom número dos novos jogos tem a disponibilidade de usar o ambiente de rede para criar situações colaborativas no jogo, como em jogos de primeira pessoa (FPS), onde times e grupos podem ser formados por jogadores de diferentes partes do mundo. Uma visão ampliada desta situação ocorre com os RPG On-line, os MMORPG (massively multiplayer on-line role playing game). Neste tipo de jogos, milhares de jogadores estão em um ambiente comum, interagindo em grupos ou trabalhando isoladamente. Estes “mundos” continuam a existir mesmo que o jogador deixe a partida.

2.5 Componentes Essenciais de Jogos de Computador

São considerados elementos essenciais para se destacar: seu Enredo, seu Design e sua Programação. Um bom jogo depende destes elementos para garantir sua aceitação (BATTAIOLA, 2001).

O Enredo deve ser bem estudado tanto quanto em um filme, para que o jogador se sinta motivado a continuar jogando, movido pela necessidade de saber o que vai acontecer ao passar para o nível seguinte. Criar personagens e lugares novos apostando no seu sucesso, não é tarefa fácil. Por isso é comum o uso de personagens e lugares já conhecidos pela mídia em jogos, sejam vindas de filmes, reportagens de destaque ou mesmo de produtos conhecidos, este último muito usado como estratégia de marketing.

O Design deve garantir imagens e movimentos agradáveis ou estimulantes, aumentando a sensação de realidade, um conforto visual. Começando com um storyboard até chegar às ferramentas de edição de imagens e animação, o processo necessita de cuidados como o nível de interatividade do usuário, desde a forma de animação até o som que acompanha a cena.

A Programação dos jogos eletrônicos pode passar por varias ferramentas, seja para a criação de motores, ferramentas que representam a “alma” do jogo, seja para a alteração de jogos já consolidados (MOD´s), através de linguagens de script. Um bom exemplo deste tipo de script é a linguagem LUA (LUA, 2007), desenvolvida pela Puc-Rio, muito utilizada na construção de jogos de renome.

2.6 Role Playing Game (RPG)

Após uma visão sobre os tipos de jogos e seus componentes, percebemos que entre os tipos de jogos eletrônicos existentes os *Role Playing Games* digitais se caracterizam no contexto desta pesquisa como elementos facilitadores para aprendizagem do raciocínio científico.

De forma geral os RPG´s são jogos onde podemos trabalhar vários conceitos, e especificamente neste trabalho, focamos a educação e aprendizagem como elementos a serem integrados ao conceito de jogo RPG.

Podemos definir os RPG´s como (JACKSON, 1994):

Um Role Playing game (RPG) é um jogo onde cada participante faz o papel de um personagem, tomando parte de uma aventura imaginária. O tipo de aventura é definido por um árbitro denominado Mestre. O Mestre define o cenário e o papel dos “personagens incidentais” que os personagens encontrarão durante sua aventura. Não há necessidade de tabuleiro para o RPG, ele é jogado verbalmente. O Mestre descreve a situação e diz aos jogadores o que seus personagens vivem, vêem e ouvem. Os jogadores então descrevem o que eles estão fazendo para vencer o desafio. O Mestre descreve o resultado conseguido com estas ações e assim por diante. Dependendo da situação, o Mestre pode decidir arbitrariamente o que acontece. Com o intuito de conseguir a melhor aventura, o mestre faz referência a uma regra específica do jogo para decidir o que é possível, ou então lança dados para conseguir um resultado aleatório, o que, vez por outra, pode ser interessante. Parte do objetivo do RPG é fazer com que o jogador enfrente a situação como seu personagem o faria. O RPG proporciona ao jogador fazer o papel de um implacável samurai japonês, ou, um padre sensato, ou, um garoto de rua fazendo clandestinamente sua primeira viagem espacial ou qualquer outra pessoa. Numa dada situação, o objetivo deste jogo é que cada um destes personagens reagisse de maneira diferente.

O RPG é um jogo que transcorre apoiado no diálogo e troca de idéias, tornando-se um importante elemento de comunicação. Jogá-lo favorece, naturalmente, ao jogador desenvolver suas capacidades de comunicação, bem como expressão de pensamentos. O jogador do RPG acaba sendo impulsionado

para novas experiências, novas relações, da mesma forma que navega por novos mundos (Zuchi, 2000).

2.6.1 História do RPG

O RPG surgiu em 1973, nos Estados Unidos, através do jogo Dungeons & Dragons (D&D), uma ambientação de fantasias, roupas ou simulação do modo de vida medieval livremente inspirado na obra de Tolkien.

No Brasil, o RPG chegou em meados da década de 80, em inglês, quando já havia outros RPG's no mercado. Mas ele só começou a se tornar realmente conhecido e a ser editado em português nos anos 90. Juntamente com os primeiros RPGs traduzidos foram surgindo os primeiros criados no Brasil, desenvolvidos inteiramente por autores brasileiros. O primeiro RPG brasileiro foi o Tagmar, em 1991, um jogo de fantasia medieval também inspirado nas obras de Tolkien. Um ano depois surgiu O Desafio dos Bandeirantes, com o mérito de ser o primeiro RPG a desenvolver uma ambientação nacional, inspirado na cultura brasileira (Zuchi, 2000).

2.6.2 Role Playing Games Digitais

Segundo (GIRAFFA,2003) as versões digitais dos RPG's contemplam a possibilidade de se jogar de forma distribuída utilizando a Internet como veículo de interconexão dos jogadores. Um conjunto de usuários pode jogar em tempo real e utilizar a da troca de e-mails e chats, como recurso adicional para combinar estratégias e trocar informações. Nesta modalidade digital o RPG continua sendo uma representação de papéis, um jogo de faz-de-conta e permitindo vivenciar mundos imaginários, só que o grupo de pessoas não se reúnem presencialmente, mas no ciberespaço.

Quando independentemente de um determinado jogador está conectado e existem pessoas interagindo e modificando um mundo virtual, estes jogos são denominados mundos virtuais persistentes e no caso dos RPG computadorizados são denominados MMORPG (Massive Multiplayer On-line Role Playing Game). É importante destacar que os MMORPG representam uma nova geração dos populares MUD (Multi-User Dungeon), só que utilizam gráficos

ao invés da representação textual (GIRAFFA,2003).

Existem ferramentas computacionais que permitem o usuário criar seus próprios jogos de RPG computadorizados, são os RPG Makers. É importante destacar que a maioria destes makers permite a criação de jogos com as características dos jogos clássicos de RPG, com um único jogador e criação de tramas limitadas e extremamente lineares. O ponto positivo deste tipo de ferramenta é permitir que o usuário transforme suas idéias em um jogo computadorizado (GIRAFFA,2003). Podemos destacar entre os Makers alguns mais conhecidos: o RPG Maker 2000, RPG Maker XP e o RPG Maker VX, todos da produtora japonesa de jogos EnterBrain e o RPG Toolkit Development System.

2.6.3 O RPG Educacional

O RPG pedagógico é uma ferramenta para a criação de simulações práticas, vivenciais em sala de aula, incentivando a criatividade, a participação, a leitura e a pesquisa. O RPG é adaptável a qualquer matéria ou conteúdos didáticos, para crianças, adolescentes ou adultos (MARCATTO, 1999).

A importância dos RPG's no contexto educacional é dada pelo poder de interação social que estes jogos possuem. Teorias educacionais que prezam por esta linha, como a visão da interação de sujeitos de Vigotsky, podem se beneficiar fartamente dos recursos dados pelos RPG's.

Discutir os RPG's e suas possibilidades em educação toma forma a partir da visão do tema educação de forma mais contundente; a seção seguinte reforça esta visão, tecendo a relação entre construtivismo, sócio-interacionismo e os jogos eletrônicos.

2.7 Considerações

Este capítulo enfatizou inicialmente a importância do jogar como elemento social e sua relação com a resolução de problemas, avançando no contexto de jogos eletrônicos e seus variados tipos e componentes. O foco então é direcionado para os jogos do tipo *Role Playing Game*, base para a implementação do protótipo mostrado no capítulo 5.

O capítulo seguinte descreve formas de implementação de softwares educacionais, desde os ambientes interativos de aprendizagem usando o computador aos sistemas de aprendizagem social.

Capítulo 3

Ambientes Interativos de Aprendizagem

Trabalhar o contexto da aprendizagem através de jogos com uma roupagem baseada nos métodos de aquisição do conhecimento científico, nos leva a uma revisão das teorias de aprendizagem. Neste ponto podemos interpretar a metodologia construtivista, pela visão social e cultural, como referência.

Para Vasco Moretto (MORETTO, 2004), o Construtivismo, em vez de partir da existência de um mundo organizado que envia ao observador as informações que lhe permitirão conhecer a realidade, ele parte do observador que constrói ou inventa a realidade com a qual ele estabelece uma correlação dialética por meio da experiência.

Alguns postulados são básicos do Construtivismo. O primeiro é que não devemos supor a existência de um mundo exterior independente do observador, e sim levar em conta a atividade daquele que observa. O segundo é que a realidade é construída pelo sujeito cognoscente, jamais sendo um dado pronto a ser descoberto; E o terceiro é que os conhecimentos não são uma descrição da realidade dada, mas uma representação que dela construímos de forma adaptativa, dando a oportunidade ao sujeito prever as regularidades e poder viver num mundo de limitações (MORETTO, 2004).

O jogo se torna importante ferramenta neste contexto, onde a ação mental leva a aprendizagem (OLIVEIRA, 2003), pois é no ato de jogar que se aprende a perseguir objetivos, agir de acordo com regras, fazendo com que o sujeito durante uma partida possa tirar maior proveito a seu favor.

Na visão de Vigotsky (LYNN, 2007) os jogos atuam como elementos mediadores entre o conhecimento já cristalizado, construído, presente no nível de desenvolvimento real. A aplicação da teoria da Zona de Desenvolvimento Proximal potencializa este processo. A Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) (VYGOTSKY,1996) define a distância entre o *nível de desenvolvimento real*, determinado pela capacidade de resolver um problema sem ajuda, e o *nível de desenvolvimento potencial*, determinado através de resolução de um problema sob a orientação de um tutor ou em colaboração com outro companheiro. Caracteriza-se como a série de informações que a pessoa tem a potencialidade de aprender mas ainda não completou o processo, almeja conhecimentos fora de seu alcance atual, mas que são potencialmente atingíveis.

Os ambientes de aprendizagem colaborativa podem ser interpretados como uma forma de aplicação do trabalho de Lev Vygotsky. Na visão dele o homem é sujeito na aprendizagem e tem acesso mediado aos objetos aprendendo com o outro social. Aprendemos com tudo, em todas as situações, por meio do mundo cultural que nos rodeia.³

Um entendimento do que seja um ambiente de aprendizagem colaborativa é discutido na próxima seção.

3.1 Aprendizagem Colaborativa

A expressão “aprendizagem colaborativa” descreve uma situação na qual se espera que ocorram formas particulares de interação entre sujeitos capazes de desencadear processos de aprendizagem. Neste contexto a aprendizagem colaborativa destaca a participação ativa e a interação, tanto dos alunos quanto dos professores. O conhecimento é visto como uma construção social e, por isso, o processo educativo é favorecido pela participação social em ambientes que propiciem a interação, a colaboração e a avaliação. Objetiva-se que os ambientes de aprendizagem colaborativa sejam ricos em possibilidades e propiciem o crescimento do grupo, com base num modelo orientado para o aluno e o grupo, provendo a participação dinâmica e definição de objetivos comuns do grupo (MOITA, 2006). A

³ Localizado em <http://incluir.unb.br/conteudos/?cod=11860177711201728012019190>

relação entre os jogos eletrônicos e formas de aprendizagem com foco em colaboração é vista na seção seguinte, mostrando alguns trabalhos sobre o tema.

3.2 Educação e Jogos Eletrônicos

Jogos Eletrônicos desenvolvidos não apenas com o objetivo do entretenimento, mas com uma visão de educação são chamados também de jogos sérios (serious games). Estes mantêm uma tradição de serem qualificados como monótonos, ficando com uma fatia menor da indústria de jogos. Entretanto, este tipo de jogo cada vez mais tem se destacado, pois pode assumir um papel fundamental como ferramenta pedagógica, atuando como elemento integrador multidisciplinar.

A tese de doutorado demonstrando o currículo escolar embutido nos jogos eletrônicos, feita por Filomena Moita (MOITA, 2006), discute a relação da aprendizagem com jogos on-line em *Lan Houses*, envolvendo Brasil e Portugal. Nesta pesquisa foi demonstrado que a colaboração, cooperação e competição são elementos motivadores para a aquisição de conhecimento, ampliando o currículo de produção cultural dos jogadores juvenis, independente de sua situação social e econômica. A visão sócio-interacionista de Vigotsky (1996) pode ser vista nesta situação mediante a relação inter-redes construídas por estes jogadores, sendo motor e ao mesmo tempo objeto no processo de construção cognitiva criado durante as partidas.

A intensidade motivacional de uma partida on-line permite que o jovem que está jogando aumente sua capacidade de abstrair e simular de maneira rápida e sutil, usando a colaboração dos membros para resolver problemas e tirar vantagens de grupos concorrentes e do próprio contexto do jogo, pelas pontuações recebidas. Moita (2006) demonstra que estes jogos funcionam como uma interface educacional, flexibilizando a aprendizagem e o modo colaborativo de aprender em rede.

A importância da representação icônica dentro dos jogos é outro fator importante para a experimentação, como a troca de avatares. Roger Tavares (TAVARES, 2004) diz que “o jogador apresenta um desejo de se ciborguizar, de se tornar uno com o sistema” (p.218). Uma simbiose na qual à medida que o jogador constrói seu avatar, seu avatar constrói seu jogador. Uma interpretação pós-

humana, onde o jogador experimenta diversas condições de sua projeção dentro do jogo, alterando ou reforçando sua imagem perante outros jogadores on-line.

Outro trabalho importante é o de Lynn Alves (ALVES, 2004), onde em sua tese de doutorado ela mostra que o comportamento de certos jogadores que jogam intensamente não tem uma relação direta com a violência. Ela descreve que estes problemas podem ser provocados por dificuldades sociais, econômicas ou afetivas, e que a imersão nos jogos é decorrência desses fatos. Ela acompanhou um grupo de alunos juvenis em *Lan Houses* a fim de mapear o perfil destes, que tipo de jogo eles usam, quantas horas são gastas por dia, como funciona sua relação familiar, social e econômica. Após a realização das entrevistas foi chegada a conclusão que estes jovens não apresentaram comportamento violento jogando ou após o jogo. Também descreve um caso onde um aluno, que sofria de problemas psicológicos, apresentava eventualmente momentos de fúria ao perder uma partida. Isto reforça em sua pesquisa que o jogo pode ser um elemento de fuga, onde este jogador expressa suas angústias em jogos violentos. Outros entrevistados, jovens entre 14 a 24 anos, apresentavam um comportamento social normal apesar de serem jogadores constantes de jogos eletrônicos como *Counter Strike*.

Alves (2004) chama esta geração de *Screenagers*, uma geração que adquire uma cultura própria ainda em construção, que o conhecimento vem de forma não linear, através das diversas mídias, usando a simultaneidade como base para interpretar o mundo. Uma aprendizagem que chega pelos ambientes de simulação proporcionados pelos jogos, privilegiando a interatividade.

3.3 Resolução de Problemas e Jogos Eletrônicos

Novas visões de implementação de jogos estão sendo criadas, usando idéias como as de Johnson (2005) e Gee (2004), onde é aberta uma discussão sobre um lado positivo de jogos ditos “inadequados” como *GTA* ou *Counter Strike*. Tais jogos forçam a aprendizagem do “pensar”, reforçando o processo cognitivo através do exercício prazeroso do jogo, apesar da conotação violenta deste tipo de game. Ele atribui aos jogos a capacidade de desenvolver habilidades como tomada de decisão, lógica e resolução de problemas.

Os jogos não trabalham apenas os reflexos sensório-motores ou a percepção visual, mas eles estimulam duas habilidades fundamentais: a sondagem e a investigação telescópica. A primeira está relacionada ao fato de que as regras raramente são estabelecidas na íntegra antes do início do jogo, como em jogos de xadrez. O jogador precisa sondar o ambiente para perceber seus objetivos e conseguir cumpri-los, assim as regras tornam-se evidentes por meio da exploração do mundo, onde o jogador deve sondar as profundezas lógicas do jogo para entendê-lo e, como na maioria das expedições investigativas, obtém resultados por meio de tentativa e erro, tropeçando nas coisas, seguindo intuições (JOHNSON, 2005).

“Investigação telescópica” é devido ao modo como os objetivos se aninham um dentro do outro como em um telescópio desmontado, ou seja, está relacionada à obrigatoriedade do jogador trabalhar vários objetivos de forma simultânea onde a consecução de um objetivo implica outro objetivo e assim por diante (JOHNSON, 2005).

Gee (2004) reforça a relação entre os jogos e aprendizagem, mostrando que os jogos permitem uma forma crítica e reflexiva de letramento e aprendizagem, de forma mais clara que na educação tradicional. Ele pontua diversos princípios de aprendizagem em vários jogos, quando o jogador recorre a redes sociais para resoluções de problemas destes jogos.

3.4 Ambientes Interativos de Aprendizagem Usando o Computador – AIAC Aprendizagem e Computadores

Neste tópico discutiremos o que são os Ambientes de Aprendizagem por Computador, a sua história, até construirmos a relação entre Ambientes de Aprendizagem Social (EAS) e o mundo dos jogos. Sua relação com a Inteligência Artificial até a interatividade pelas redes colaborativas e cooperativas.

3.5 Ambientes de Aprendizagem por Computador

A aprendizagem mediada pela tecnologia tem uma história recente. O início deste tipo de ambiente nasce com a visão Behaviorista vista por Skinner (Skinner,1958), referência nos anos 60 para o desenvolvimento de sistemas

educacionais. Neste modelo foi notório o uso das técnicas de Skinner (SKINNER,1958), sendo reconhecido como ferramenta de desenvolvimento a programação linear, que mostra o conhecimento de uma forma linear, isto é, nenhum fator podia mudar a ordem de ensino estabelecida na sua concepção pelo programador. Skinner tinha como teoria o uso do reforço, sendo este direcionado para ser positivo. Acreditava-se que quando uma operação era seguida por um estímulo de reforço, a força da ação era aumentada. Neste modelo o computador era visto como uma máquina de ensinar, não de aprender, onde o professor é a figura central do processo ensino-aprendizagem e o aluno é uma figura passiva.

Os primeiros Ambientes de Aprendizagem desenvolvidos caracterizavam-se como aprendizagens programadas, como em um livro no qual são sugeridas perguntas e ao final encontram-se as respostas. Neste período o modelo usado era batizado de CAI (*Computer Assisted Instruction* - Instrução Assistida por Computador), que possui uma interação limitada com o aprendiz. A Instrução Assistida pelo Computador é uma interpretação behaviorista para a aprendizagem.

Como avanço destas pesquisas foi utilizado o recurso de *pattern-matching*, que comparava padrões de strings para validar ou não as respostas dadas. Este método tratava as respostas do aluno como aceitáveis ou parcialmente aceitáveis, no lugar de totalmente corretas ou incorretas como exigia a proposta da programação linear. Outro avanço foi o uso dos Sistemas Gerativos. Estes demonstraram uma boa aceitação em áreas como a aritmética, mas ainda se mostravam limitado para outras áreas. Eram capazes de gerar um problema de acordo com ao nível de conhecimento do aluno, construir sua solução e diagnosticar a resposta do aluno (GAVIDIA, 2003).

De forma geral, um ambiente de aprendizagem que utiliza o computador é formado pelas seguintes partes, conforme figura 2.1:

- Módulo do aprendiz- contém o histórico das respostas do aprendiz (corretas e incorretas). Representa o perfil do aprendiz e não muda durante a interação.
- Estratégia pedagógica – é constante durante toda a interação não importando as características do aprendiz. Funciona como livros impressos, onde as decisões

pedagógicas são tomadas a priori.

- Matéria – conteúdo armazenado em um arquivo de maneira fixa.
- Interface – meio de comunicação entre o aprendiz e o sistema.

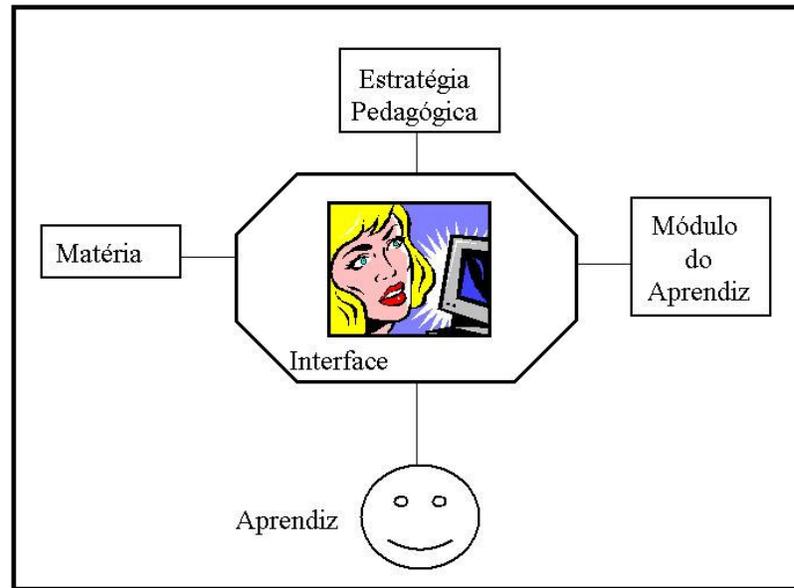


figura 3.1: Arquitetura de um AAC (MENESES, 2001)

3.6 Funcionamento dos Ambientes Interativos de Aprendizagem Usando o Computador

Os sistemas do AIAC (Ambientes Interativos de Aprendizagem Usando o Computador) são classificados em três categorias, conforme o critério de controle que o sistema tem sobre o aprendiz (PARAGUAÇU,1997):

- Tutores Inteligentes.
- AIAC do tipo descoberta – caracterizados por uma arquitetura aberta e por uma representação do domínio na interface.
- Ambientes de Aprendizagem Social (AAP) – fundamentados sob duas noções básicas: A concepção de agentes e os estudos dos protocolos de cooperação, competição e colaboração.

3.7 Sistemas Tutores Inteligentes

Os ICAI (*Intelligent Computer Assisted Instruction* - Instrução inteligente assistida por computador) são associados ao uso de Inteligência Artificial (Costa, 2007). A evolução destes sistemas acompanha a capacidade de integração dos ambientes colaborativos. É na colaboração que construímos uma rede de conhecimentos que se transforma, alimentando o processo cognitivo daqueles que fazem parte da rede. De uma forma geral, a atuação de um STI é o resultado da convergência de conhecimentos interdisciplinares provenientes da psicologia cognitiva, da IA e da didática (NETO, 2006 apud PARAGUAÇU, 1997).

Estes sistemas têm boa parte de seu crédito graças à importância dada na concepção de suas interfaces. Possuem um domínio restrito e claramente articulado, onde é possível fazer um diagnóstico mais detalhado na relação entre o tutor e o aluno.

Com uma seqüência não pré-determinada para o desenvolvimento destes sistemas, é construída uma comunicação melhor entre tutor-aluno. Neste modelo o aluno consegue fazer questionamentos ao tutor, algo que não acontecia com os modelos anteriores. Segundo Chan (2003) podemos perceber um ITS da seguinte forma:

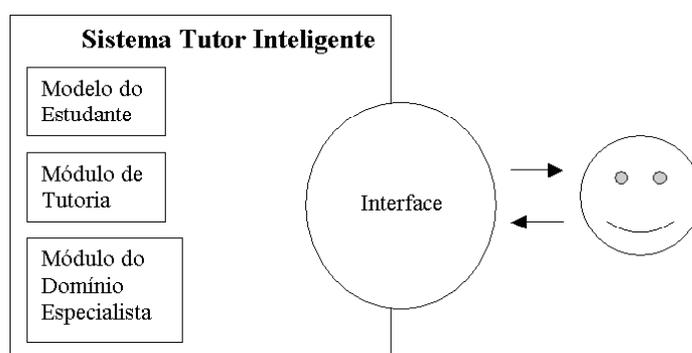


Figura 3.2: Modelo de Um Sistema Tutor Inteligente

A arquitetura básica tradicional tem quatro componentes:

1. Modelo do estudante: neste módulo estão armazenadas/modeladas as características individuais do aluno.

2. Modelo de tutoria: possui o conhecimento sobre as estratégias e táticas para selecioná-las em função das características do aluno (representadas no Modelo do aluno).
3. Modelo do Domínio Especialista: detêm o conhecimento sobre a matéria no formato de regras de produção, estereótipos, etc.
4. Modelo da Interface: é responsável pela comunicação entre o aprendiz e os diferentes módulos do sistema.

A principal característica de um STI é sem dúvida a inteligência embutida no próprio sistema. Tal inteligência está presente na forma de estratégias de aprendizagem, que determinam como transmitir o conhecimento ao aluno. Também na geração de informações a respeito do nível (estado) de conhecimento do aluno (modelo do aluno), que permitem personalizar a instrução. Outro item é o conhecimento de especialistas no assunto (modelo do domínio), que determina a abrangência daquilo que deverá ser transmitido ao aluno.

Uma característica recente é a utilização de interfaces mais sofisticadas, fazendo uso de tecnologias como por exemplo a multimídia e a *web*, que permitem atender a um público maior devido ao alto grau de disponibilidade e acesso, e à facilidade de utilização embutida na própria interface. Atualmente, um STI é considerado realmente inteligente se é capaz de identificar necessidades, motivações, desejos e características do utilizador, com o propósito de efetuar um processo de ensino - aprendizagem personalizado e efetivo (RODRIGUES, 2007).

3.8 AIAC de Descoberta

Os AIAC do Tipo Descoberta são caracterizados por uma visão pedagógica diferente (PARAGUAÇU, 1997), ou seja, pelo fato do aprendiz decidir livremente o caminho a seguir, através de sua própria ação. Assim, alguns pontos chave são considerados como a disponibilidade do conhecimento do domínio para o aprendiz: o aprendiz é seu próprio tutor, devendo estruturar o seu próprio conhecimento, não por um conhecimento transmitido, mas pela disponibilidade na interface do conhecimento do domínio. Outro ponto a ser considerado é que o aprendiz tem o controle: devido ao fato de que ele pode

decidir o que deve fazer em um dado momento. Contudo, o ambiente deve fornecer os métodos e as ferramentas que são essenciais, de modo que o saber seja guiado por ele mesmo. Um fator também a ser considerado é o ambiente ser concebido a partir de uma teoria sobre a concepção dos objetos do domínio, que é muito útil para críticas eventuais dos erros de concepção do aprendiz. O ambiente de aprendizagem também deve favorecer a co-elaboração do conhecimento em parceria com o aprendiz e a confrontação entre vários pontos de vista de concepção dos elementos do domínio.

A arquitetura básica deste ambiente AIAC por descoberta é constituída por dois módulos, segundo a figura 2.3:

- Módulo do domínio – organiza o conhecimento para garantir a avaliação e a explicação; manipulando objetos que são representados na interface.
- Módulo da Interface - meio de comunicação entre o aprendiz e o sistema.

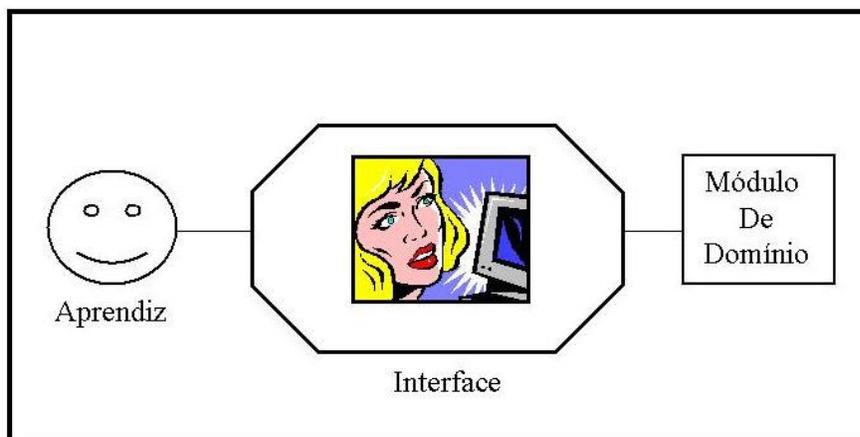


figura 3.3: Arquitetura de um AIAC de Descoberta (MENESES, 2001)

3.9 Ambientes de Aprendizagem Social e “Companheiro” de Aprendizagem

Ambientes de Aprendizagem Social – AAS (Chan,95 apud Paraguaçu, 97) é um AIAC onde vários agentes com vários papéis estão envolvidos em uma seqüência de atividades sociais educativas (ou protocolos de comunicação).

Esse ambiente é caracterizado pela presença de alguns agentes (humanos

ou artificiais) que realizam atividades de comunicação social, ou seja, cooperação, competição ou colaboração (Chan, 95 e 96).

Já o Companheiro de Aprendizagem se divide em (Chan, 2003):

Modelo do Estudante:

Construído do ponto de vista do “companheiro”

Modelo Pedagógico (determina o comportamento pedagógico do agente):

O agente atua como um competidor, um dos tutores, O próprio “tutelado”, um crítico, um gerador de problema ou um usuário colaborador.

Módulo Domínio (determina a competência do domínio do agente):

O companheiro pode ter a competência de um estudante avançado, um estudante mediano ou um novato.

Padrões do Companheiro de Aprendizagem

Armazena características dos agentes companheiros.

A cooperação é uma atividade na qual há uma divisão do trabalho de resolução de um problema e onde cada pessoa é responsável para uma parte do problema. Na colaboração, existe um compromisso global das partes para resolver o problema como um todo (PARAGUAÇU, 1997).

3.10 Auto-eficácia em Tutores Inteligentes

Auto-eficácia é uma crença no indivíduo sobre sua própria capacidade para um bom desempenho em uma determinada situação. Como alunos que usam a auto-eficácia são eficazes em armazenar conhecimento, sistemas tutores inteligentes dotados com a capacidade de diagnosticar auto-eficácia poderiam trabalhar para a melhoria da pedagogia. Auto-eficácia é influenciada e influencia também pelo estado afetivo. Assim, os dados fisiológicos podem ser utilizados para prever um aluno do seu nível de auto-eficácia (LESTER, 2006).

A percepção de auto-eficácia está preocupada com a crença nas pessoas

envolvendo sua capacidade de produzir determinadas realizações, segundo Albert Bandura (BANDURA, 1997). Não se pode ser todas as coisas, o que exigiria o domínio de cada esfera da vida humana. As pessoas se diferenciam nas áreas em que cultivam sua eficácia e nos níveis que visam desenvolver, mesmo dentro de seus objetivos perseguidos. Por exemplo, um empresário pode ter um alto senso de eficácia organizacional, mas baixa eficácia familiar. Assim, a crença na eficácia não é um sistema global, mas uma característica diferenciada de um conjunto de autocrenças ligadas a esferas distintas de funcionamento. Multidomínios e medidas de padronização revelam o grau de generalidade das pessoas e o sentimento de eficácia pessoal (BANDURA, 2006).

3.11 Considerações

Este foi o caminho desde os primeiros ambientes de aprendizagem que utilizam o computador até os atuais ambientes de aprendizagem social. Conforme podemos acompanhar do capítulo anterior, este trabalho está sendo dirigido a um sistema de aprendizagem de descoberta com base em uma metodologia baseada no raciocínio científico, usando jogos baseados em RPG (*Role Playing Game*).

No próximo capítulo iremos abordar a arquitetura e um modelo proposto para a implementação do jogo colaborativo, usando como formalismo à técnica de Rede de Petri Colorida para confecção da modelagem.

Capítulo 4

Arquitetura e Rede de Petri

4.1 Introdução - Arquitetura

A arquitetura proposta descreve uma estrutura que molda um sistema de criação e implementação de um jogo com fins educacionais, onde são concebidas as formas de autoria como também o direcionamento para o usuário, chamado assim de jogador. Segue a filosofia sócio-construtivista de Vigotsky (VIGOTSKY, 1996), que percebe o ser humano como um ser social onde o potencial cognitivo do sujeito depende da qualidade cultural da interação social e possibilita criar novos desafios que, dentro dos limites de compreensão do jogador, permitam avanços em sua aprendizagem.

Esta arquitetura privilegia estratégias colaborativas para a aquisição de conhecimento. Neste aspecto a arquitetura contempla um gerenciamento de mensagens que proporciona uma dinâmica na descoberta de problemas, geração de hipóteses e confirmações (ou negação) por experimentos. Este contexto inserido no âmbito do raciocínio científico utiliza a proposta filosófica da refutação (POPPER, 1954) como ferramenta para instigar o processo epistemológico.

A arquitetura exige um ambiente de rede local para gerar o aspecto colaborativo e que contemple tutores capacitados no ambiente para a construção de cenas e diálogos dos personagens não jogadores (PNJ). Também deve ser considerada a capacitação para a criação de objetos que contribuam para o entendimento do problema e também de sua resolução.

Após a descrição da estrutura, será mostrada a modelagem do Modo Jogo

em Rede de Petri Colorida, formalismo capaz de esclarecer o funcionamento deste modo de forma detalhada. A figura 4.1 ilustra a arquitetura.

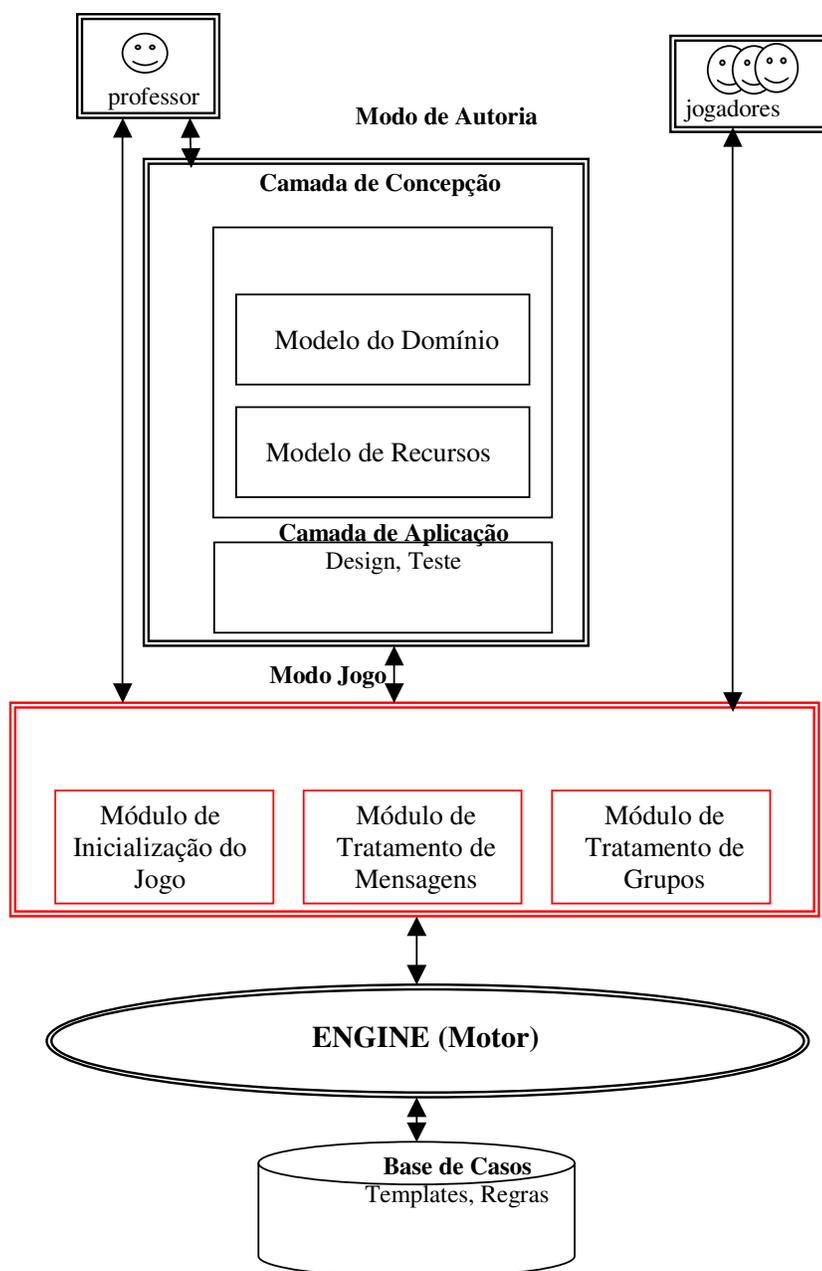


Figura 4.1: Arquitetura para o Modelo

4.1.1 Modo de Autoria

O Modo de Autoria faz referência ao desenvolvimento de um ambiente que irá satisfazer um dado domínio, onde o processo de criação ocorre em função do

domínio abordado. Como exemplo um projeto para a área da Física que poderia contemplar situações que levem a problemas da física mecânica. Neste exemplo, deve-se criar cenários com objetos e personagens que motivem o tema, como em um deslocamento de objeto que acabe por provocar uma situação problema, sendo necessária uma ou mais hipóteses para a solução da situação.

Este modo contém dois níveis, a camada de Concepção e a de Aplicação, que em conjunto definem porque e como a aplicação privilegia a aquisição do conhecimento usando o método do raciocínio científico.

4.1.1.1 Camada de Concepção

É na Camada de Concepção que proporciona o entendimento do ambiente a ser criado, onde se poderá escolher um ambiente já pronto, distinguindo um domínio no qual o autor pode desejar fazer alguma alteração, ou ainda preparar um novo ambiente. Dentro desta camada podemos identificar duas situações: o Modelo do Domínio e o de Recursos.

4.1.1.1.1 Modelo de Domínio

O Modelo de Domínio identifica para qual situação se estará moldando a ferramenta. Como exemplo, um ambiente para aulas na área da física poderia ser previamente selecionado, e dentro de um tema pode ser escolhido um subdomínio, dependendo no nível de especificidade do trabalho, como a física mecânica. Escolhido o domínio/subdomínio, habilitaria logo em seguida os recursos referentes a esta área, como um cenário e objetos associados à física mecânica. Caso não haja nenhuma outra área de domínio que tenha sido previamente estabelecida, a criação de uma área nova deverá ocorrer.

Os questionamentos e hipóteses referentes a uma experiência poderiam ser consultados na base de informações existentes, faltando ainda os objetos que farão parte do cenário a ser criado. Para isto, deve ser feita a vinculação deste novo domínio com seus recursos, que podem pré-existir no conjunto de recursos, ou não. Caso não existam recursos adequados, deve-se criar novos recursos.

4.1.1.1.2 Modelo de Recursos

O Modelo de Recursos representa o universo de objetos usáveis para construção do domínio, portanto ele trata dos componentes estáticos e dinâmicos que comporão os cenários do domínio a ser trabalhado. Estes componentes poderão também fazer parte de vários cenários que irão compor a descrição da área em questão.

Podemos citar como exemplo um objeto gráfico como a animação de um carro, o deslocamento de um gráfico de uma nuvem em sentido contrário ao carro e o desenho de casas fixas, fazendo parte dos recursos usados em um domínio idealizado, por exemplo, para uma aula de física mecânica.

4.1.1.2 Camada de Aplicação

Na camada de Aplicação recebemos os objetos selecionados na concepção, sejam as caixas de texto com questionamentos e hipóteses e/ou os objetos gráficos selecionados na Camada de Concepção. Nesta camada é feito o arranjo dos componentes e eventos. Eventos são chamados da aplicação que irão interferir na interface em um dado momento, dependendo das escolhas feitas pelo jogador. Após a associação de eventos aos objetos, é possível fazer testes para verificar os arranjos realizados.

4.1.2 Modo Jogo

É no modo Jogo que efetivamente percebemos o uso do raciocínio científico como ferramenta lúdica, no qual poderemos atuar em um contexto sócio-construtivista. A visualização da construção do conhecimento pelo jogador de forma ativa, através das várias interações com o ambiente, com o recurso da observação de problemas, conjecturas para a resolução destes, hipóteses lançadas e suas respectivamente refutações. É na geração do experimento que pode ou não se negar a refutação, onde proposições assertivas habilitarão o jogo a um nível mais complexo, premiando o jogador e seu grupo com o incremento de bônus a cada turno ganho.

Nesse modo distinguimos três módulos: Módulo de Inicialização do Jogo,

Módulo de Tratamento de Mensagens e o Módulo de Tratamento de Grupos.

4.1.2.1 Módulo de Inicialização do Jogo

Nesse módulo é determinado o conjunto de configurações iniciais que nortearão o jogo com uma composição que o tutor idealizou previamente, de acordo com o domínio em questão. A partir deste ponto o jogador acionará eventos que, ao longo de um turno, poderão gerar várias interpretações sobre um dado problema assim como diferentes caminhos para sua solução.

4.1.2.2 Módulo de Tratamento de Mensagens

Nesse módulo é mostrada a comunicação em rede entre os jogadores, especificamente através do gerenciamento de mensagens de forma que os jogadores possam atuar coletivamente na resolução de problemas, criação de hipóteses e discussão de experimentos.

Ele funciona com um sistema de “chat”, onde os jogadores interagem, discutindo o problema, percebendo novos caminhos de resolução. O momento colaborativo atinge aqui seu objetivo, propiciando a construção do conhecimento de forma sócio-interacionista entre os participantes.

4.1.2.3 Módulo de Tratamento de Grupos

Um dos fatores de mais destaque neste projeto é a possibilidade de interpretação e reinterpretação dos problemas lançados sob a visão colaborativa, privilegiando o processo epistemológico. Os jogadores podem formar grupos para trabalhar de forma colaborativa, buscando a resolução de um problema ou gerando nova hipótese.

Quando é caracterizada uma disputa entre grupos, a concorrência é concretizada. Na perspectiva cooperativa, os grupos buscam soluções de forma paralela, mas com um objetivo comum, sem caracterizar a disputa.

4.1.3 Engine

É o sistema de funcionamento de um jogo, através do qual pode-se desenvolver outros jogos a partir do código e dos gráficos originais. O *engine* (ou

motor) de um jogo é a parte comum da aplicação que pode ser reutilizada. É composto por um conjunto de bibliotecas, para simplificar o desenvolvimento de jogos ou outras aplicações com gráficos em tempo real, com foco em videogames e/ou computadores. A funcionalidade tipicamente fornecida por um motor de jogo inclui: uma linguagem de script, suporte a animação, sons, inteligência artificial, *networking* e um gerador de cenas gráficas. Um motor de jogo pode ser dividido em duas principais categorias: motor gráfico e motor de física.

Motores gráficos lidam com os gráficos 2D e/ou 3D, sendo responsáveis de processar dados abstraídos de alto nível e gerar dados de baixo nível identificados pelo hardware. Como exemplo, pode-se citar: Crystal Space, Irrlicht, OGRE e, RealmForge (BATTAIOLA, 2001).

Motores de física lidam com a física, sendo responsáveis por simular ações reais, através de variáveis como gravidade, massa, fricção, força e flexibilidade. Como exemplo, pode-se citar: Bullet, COLLADA e ODE.

4.1.4 Base de Casos

Banco de dados com foco nas técnicas de Raciocínio Baseado em Casos, são muito úteis na recuperação de dados que privilegiem uma situação educacional. Na arquitetura proposta, a aplicação poderá utilizar um banco de dados que siga este modelo.

4.2 Redes de Petri

Rede de Petri é uma representação matemática comum em sistemas distribuídos. Assim como em outras linguagens de modelagem, ela funciona como um grafo orientado adicionado a comentários, definindo graficamente o arcabouço de um sistema distribuído. Seu formato é caracterizado com nós de transição, nós de posição e arcos direcionados, ligando os nós de posição aos de transição. Na execução da rede, cada posição pode executar um ou mais tokens, através de processos chamados disparos (NÓBREGA, 1999).

As redes de Petri Coloridas adicionam tipos de dados para sua representação, reduzindo o tamanho do modelo. Permitem que marcas

individualizadas, chamadas cores, representem vários tipos de processos ou recursos. Estas marcas são representadas por tipos de dados complexos, como variáveis.

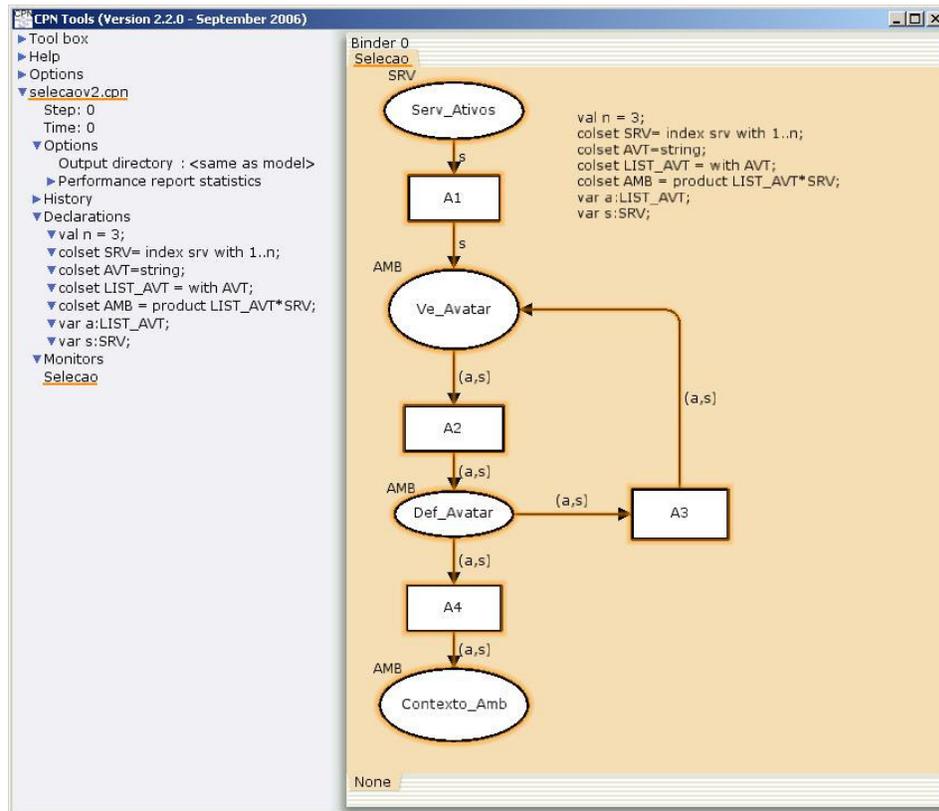


figura 4.2: Ferramenta *CPN Tools* (CPN GROUP, 2009).

Uma ferramenta muito utilizada para a implementação de redes de Petri Coloridas é o *CPN Tools* (CPN GROUP, 2009), mostrado na figura 4.2, que permite a modelagem e monitora a sua execução, salvo em um formato que segue a linguagem XML. Optamos assim pelo uso desta ferramenta para criar nosso modelo.

4.2.1 CPN *Seleção*

Para um melhor entendimento da construção das Redes de Petri Coloridas que modelam o funcionamento do jogo proposto, foram criados diagramas que simplificam a seqüência de caminhos de acordo com cada cenário. Em seguida detalhamos como procede a comunicação em cada rede apresentada.

Na figura 4.3 percebemos o diagrama que representa de forma simplificada o

cenário da Rede de Petri *Seleção*. Neste cenário é possível a escolha do servidor da rede que estará sendo feita a conexão, e em seguida, a escolha do personagem e nome que irá representar o jogador no jogo (seu avatar).

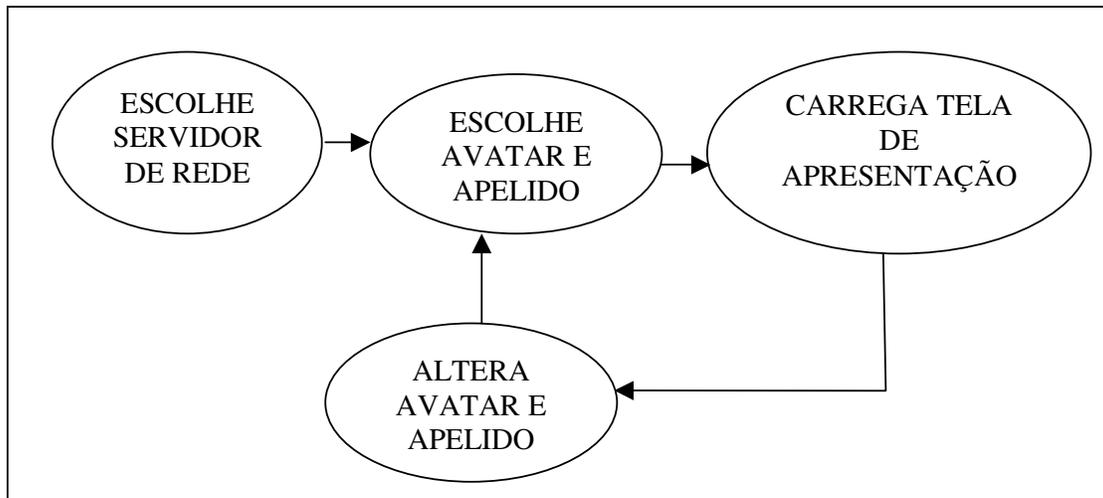


Figura 4.3: Diagrama simplificado para o cenário da rede *Seleção*.

Conforme a CPN *Seleção* mostrada na figura 4.4, observamos o início da aplicação, onde é mostrada pela interface de abertura do jogo a opção de escolha de servidores, representada pelo acionamento do *token* no lugar *Serv_Ativos*. Na transição *A1* definimos de qual estação será gerenciada a comunicação entre o jogador e colegas *on-line*. O lugar *Ve_Avatar* permite a opção de escolha de qual representação gráfica conceberá a visão do usuário pelos outros jogadores, assim como um apelido que complementa sua representação. Com as escolhas permitidas na transição *A2*, é definido o avatar, onde o *token* atua no lugar *Def_Avatar*. Neste momento é possível cancelar este processo, e refazer novamente seu avatar, caso o usuário queira, através da transição *A3*. Fechada esta situação, a transição *A4* aciona a apresentação do ambiente do jogo, indicada no lugar *Contexto_Amb*.

As declarações da CPN *Seleção* estão inicialmente indicadas pela constante n de valor igual a 3. O conjunto de cores da CPN é declarado por *SRV*, que indexa até 3 servidores de jogo baseado na constante n ; *AVT*, que representa o apelido para o avatar escolhido; *LIST_AVT*, demonstrando o conjunto de possíveis avatares a disposição do jogador; *AMB*, cor que relaciona os servidores disponíveis a

possíveis avatares. À variável a é atribuída a $LIST_AVT$ e a variável s , atribuída a SRV .

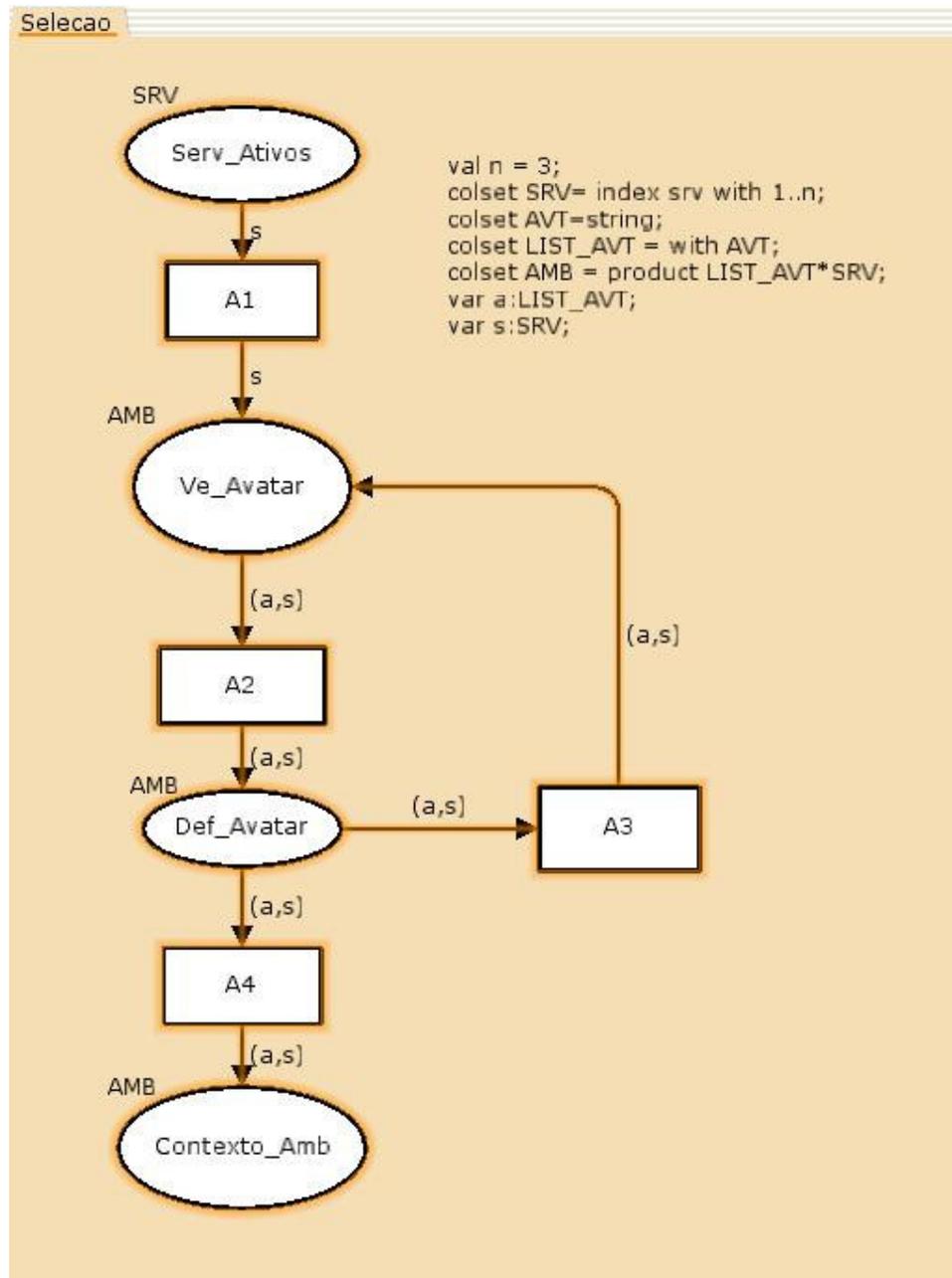


Figura 4.4: CPN *Seleção*.

Tabela 4.1 – Lugares da Rede de Petri Colorida *Seleção*

LUGAR	DESCRIÇÃO
Serv_Ativos	Lista de servidores ativos.
Vê_Avatar	Visualiza quais avatares podem ser representados pelo usuário.

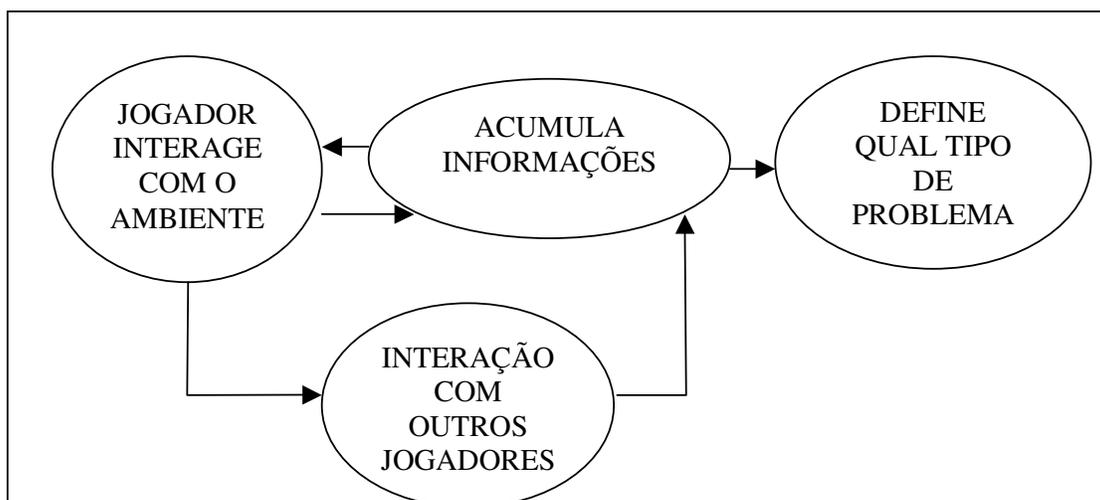
Def_Avatar	Escolhe avatar.
Contexto_Amb	Apresenta tela do ambiente do jogo.

Tabela 4.2 – Transições da Rede de Petri Colorida *Seleção*

TRANSIÇÃO	DESCRIÇÃO
A1	Escolher servidor da rede.
A2	Escolher Avatar e respectivo apelido.
A3	Alterar Avatar e respectivo apelido.
A4	Carregar tela de apresentação do jogo.

4.2.2 CPN *Descoberta*

Na figura 4.5 o cenário *Descoberta* conduz o jogador a interagir com o ambiente e com outros jogadores, para que ele perceba qual problema está sendo sugerido. O conjunto de ações detalhadas será mostrado em seguida através da Rede de Petri Colorida, conforme as figuras 4.6 e as tabelas 4.3 e 4.4.

Figura 4.5: Diagrama simplificado para o cenário da rede *Descoberta*

Na figura 4.6 o lugar *Jog_Inicia* determina o início do jogo, onde o jogador deve criar uma relação com o ambiente ao seu redor, adquirindo conhecimento sobre o local onde está. A transição *B1* indica que ele deve interagir com os PNJ e objetos a sua volta. O *token* ao acionar o lugar *Capta_Info* reforça a construção de uma situação, o chamado “problema” que afeta aquele ambiente. Da transição *B2* representamos a aquisição de mais informações pela interação com o meio. Em *B4* a interação vêm da comunicação com outros atores, agora personagens reais que

também estão conectados na rede e podem vivenciar o mesmo ambiente. Esta comunicação se dá através de um serviço de *chat* (bate-papo). Na transição *B3* é apresentadas uma lista com sínteses de problemas que estariam sendo vivenciadas no ambiente. Esta lista aparece apenas quando o jogador decide seguir orientações que levam a interagir com um PNJ especial, o “facilitador”. Este PNJ tem como característica a possibilidade de levar o jogador a avançar no processo do raciocínio científico. A partir daí o jogador é levado a confirmar o problema, conforme o lugar *Def_Prob*.

As declarações para a CPN *Descoberta* estão identificadas assim: para a cor *PROB* é atribuído o tipo *string*, haja vista que representará um tipo de problema identificado; a cor *LST_PROB* segue como uma lista de problemas; *INFO*, atribuída como *string*, representa as informações acumuladas nas interações com os PNJ; *LST_INFO* como uma lista destas informações; *JOG*, definida como inteiro, representa o jogador que está usando a aplicação no momento; *ONLINE*, marcada como tipo inteiro, indica jogadores que estejam interagindo na rede, através de *chat* e guildas; *LST_ONLINE*, uma lista destes jogadores *on-line*. As variáveis *p*, *j*, *i*, *on* representam respectivamente *LST_PROB*, *JOG*, *LST_INFO* e *LST_ONLINE*.

Tabela 4.3 – Lugares da Rede de Petri Colorida *Descoberta*

LUGAR	DESCRIÇÃO
Jog_Inicia	Jogador começa a interagir com outros personagens e objetos.
Capta_Info	Jogador interage, coleta informações e especula com outros jogadores <i>on-line</i> .
Def_Prob	Jogador define que tipo de problema ele percebeu ao interagir com o ambiente.

Tabela 4.4 – Transições da Rede de Petri Colorida *Descoberta*

TRANSIÇÃO	DESCRIÇÃO
B1	Interagir com PNJ (personagem não jogador) e objetos do ambiente.
B2	Pegar mais informações, aumentando o número de interações com outros PNJ e objetos.
B3	Determina o problema mais apropriado de acordo com o que foi informado.
B4	Interagir com jogador <i>on-line</i> .

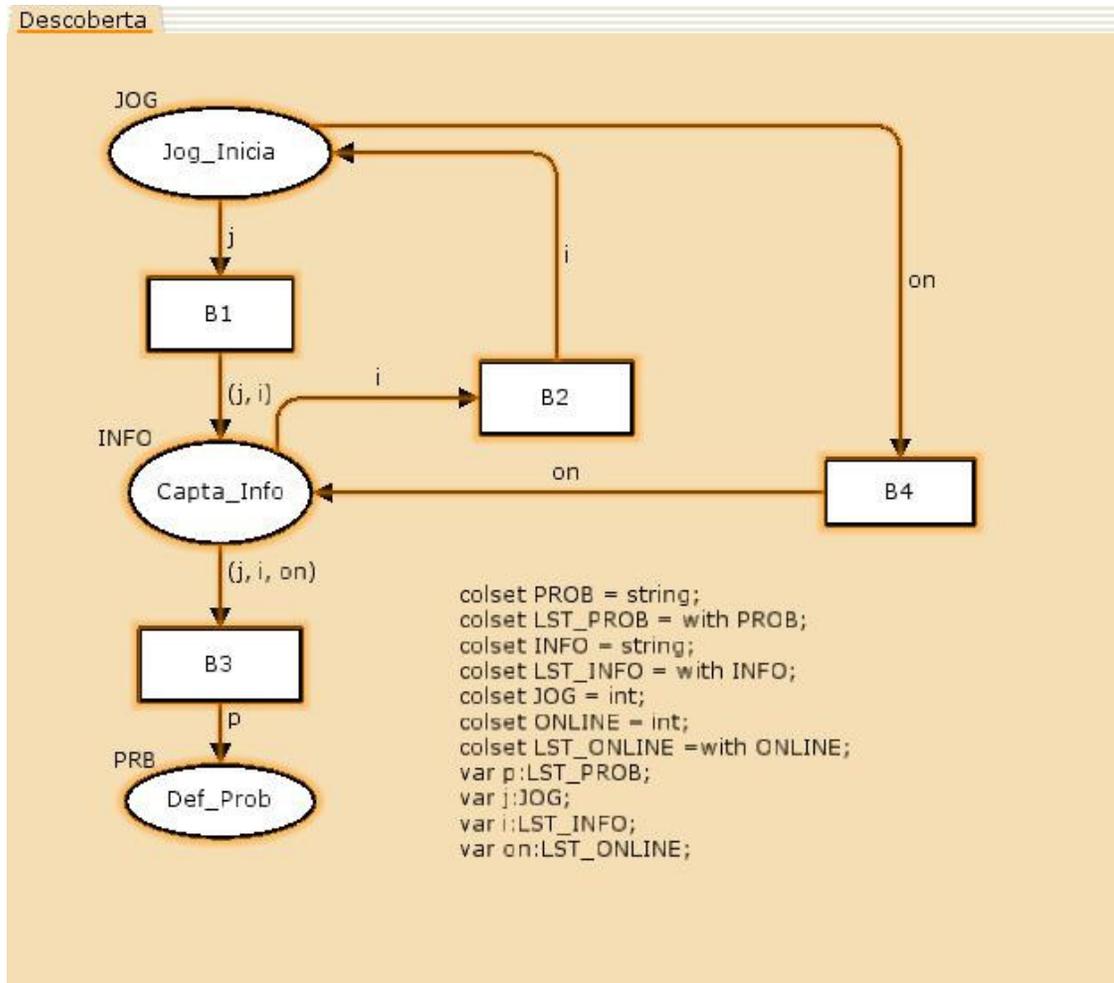


Figura 4.6: CPN *Descoberta*.

4.2.3 CPN *Escolher Hipótese*

Assim como foi visto no cenário *Descoberta*, na figura 4.7 o cenário *Escolher Hipótese* conduz o jogador a interagir com o ambiente e com outros jogadores, para que ele perceba qual hipótese será a mais adequada para a resolução do problema.

A figura 4.8 representa a CPN *Escolher Hipótese*. O lugar *Jog_Infer* indica que o jogador poderá interagir em um espaço de problemas, desde que ele tenha definido este espaço. As transições *C1*, *C2* e *C3* se comportam como as transições *B1*, *B2* e *B4*, seguindo a explicação anteriormente feita na seção 4.2.2, assim como o lugar *Capta_Info*. Então em *C4* é possível selecionar uma hipótese, entre as possíveis para o problema. Esta situação ocorre após a captação de novas informações, e novo encontro com o PNJ facilitador. O lugar *Class_Hip* marca então

a escolha da hipótese mais apropriada.

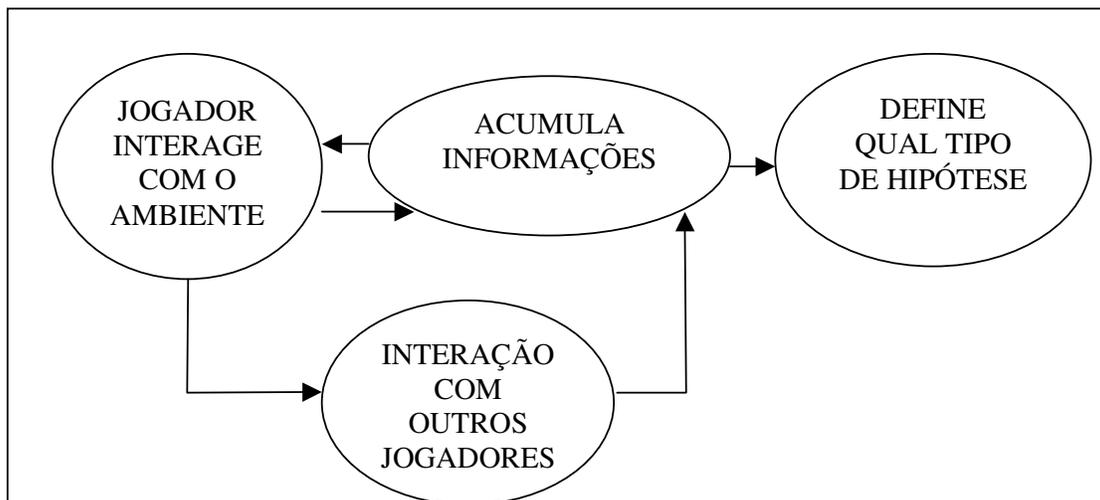


Figura 4.7: Diagrama simplificado para o cenário da rede *Escolher Hipótese*

O conjunto de cores que representa a CPN *Escolher Hipótese*: a cor *HIP*, marcada como *string*, recebe o texto referente a uma hipótese que poderá resolver um problema citado; cor *LST_HIP*, contém um conjunto de hipóteses a ser selecionado; as cores *INFO*, *LST_INFO*, *JOG*, *ONLINE* e *LST_ONLINE* vão de acordo com o mostrado na seção 3.2.2. A variável *h* é atribuída a *LST_HIP*; as variáveis *j*, *i* e *on* seguem também a explicação da seção 4.2.2.

Tabela 4.5 – Lugares da Rede de Petri Colorida *Escolher Hipótese*

LUGAR	DESCRIÇÃO
Jog_Infere	Jogador infere sobre outros personagens e objetos.
Capta_Info	Jogador interage, coleta informações e especula com outros jogadores <i>on-line</i> .
Class_Hip	Após visualizar as opções de Hipóteses, seleciona a mais adequada.

Tabela 4.6 – Transições da Rede de Petri Colorida *Escolher Hipótese*

TRANSIÇÃO	DESCRIÇÃO
C1	Interagir com PNJ Facilitador.
C2	Interagir, coletar informações e especular com outros jogadores <i>on-line</i> .
C3	Interagir com jogador <i>on-line</i> .
C4	Escolher Hipótese mais apropriada.

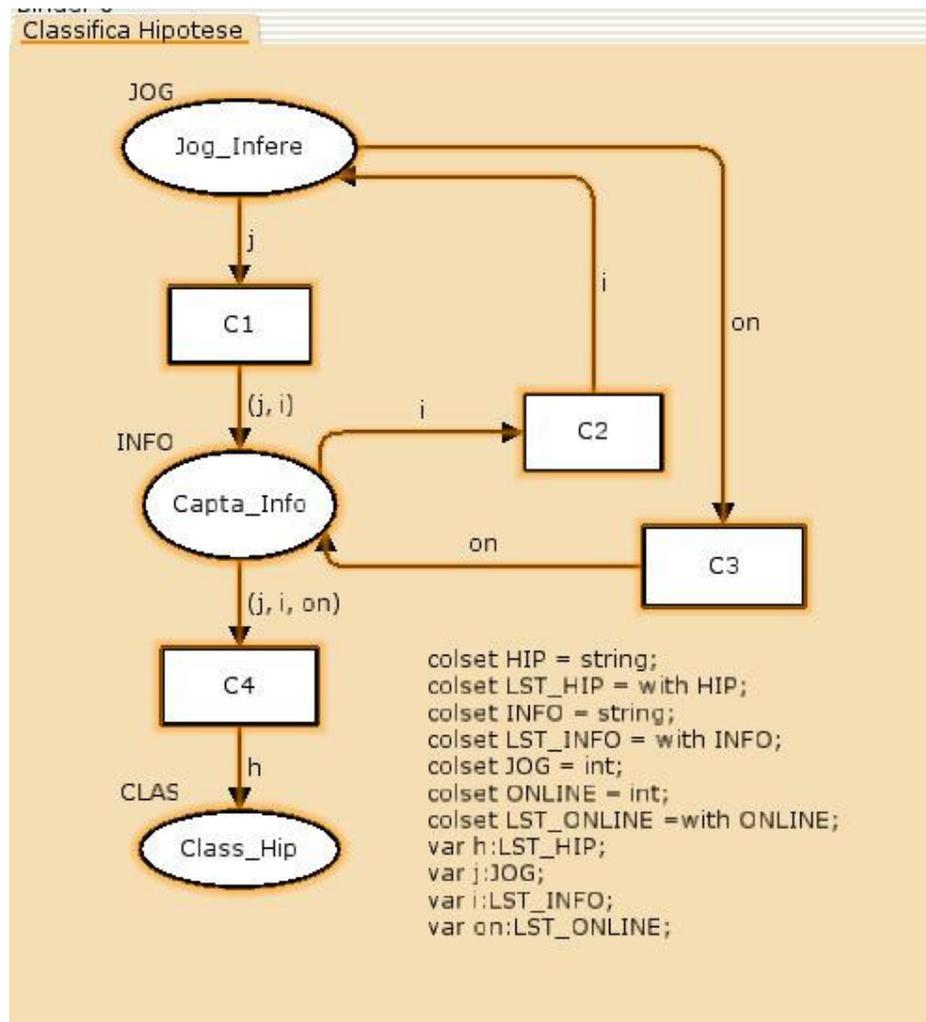


Figura 4.8: CPN *Escolher Hipótese*.

4.2.4 CPN *Cria Hipótese*

Na figura 4.9 acompanhamos o diagrama para o cenário *Cria Hipótese*, que possibilita ao jogador propor novas hipóteses ao problema em foco, onde esta nova hipótese terá que passar pela avaliação de um Tutor antes de ser adicionada ao conjunto de hipóteses. Caso não seja aceita, o jogador terá a oportunidade de criar outras hipóteses, que também serão encaminhadas para avaliação.

A figura 4.10, representando a CPN *Cria Hipótese*, inicia com o lugar *Jog_Infere*. Este atua como citado na seção 4.2.3. A transição *D1* habilita a abertura

da caixa de texto para a adição da nova hipótese. No lugar *Adiciona_Hip* a proposta de inserção de hipótese é enviada ao Tutor, que acatará ou não a solicitação. Na transição *D2* é representada a resposta do Tutor, que poderá ser encaminhada aos lugares *Rejeita_Hip* e *Aceita_Nova_Hip*. No Lugar *Rejeita_Hip*, o *token* na saída sinaliza texto de aviso ao jogador, com observações feitas pelo Tutor, dizendo que a criação da hipótese foi rejeitada, podendo fazer nova tentativa de criação de hipótese. No lugar *Aceita_Nova_Hip* a nova hipótese é inserida na base de casos.

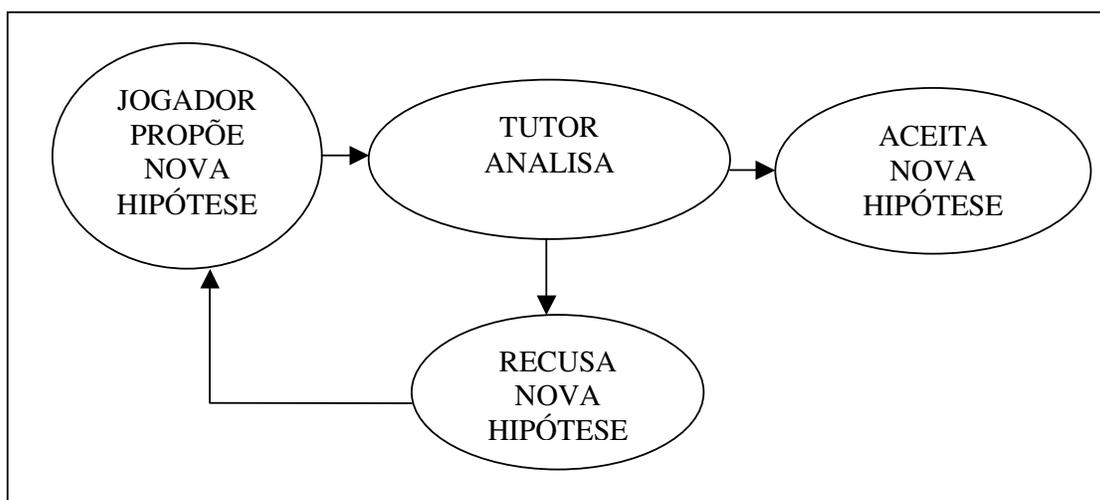


Figura 4.9: Diagrama simplificado para o cenário da rede *Cria Hipótese*

A declaração das cores da CPN *Cria Hipótese* segue: cor *REJ*, atribuída como *string*, faz referência ao texto de aviso sobre hipótese criada, ser rejeitada; *COND_N_HIP* habilita uma situação binária, uma atribuída como *s*, indicando a criação da hipótese, e outra *n*, negando a criação; *N_HIP*, atribuída como *string*, representa a nova hipótese enviada ao Tutor para aprovação; *NOVA*, que recebe a situação vinda da cor *COND_N_HIP*; cor *ADI*, recebe o texto de *N_HIP*; cor *JOG*, definida como inteiro, faz referência ao já citado na seção 3.2.2. A variável *j* atribuída a *JOG*, *r* atribuída a *REJ* e *novo* a *N_HIP*.

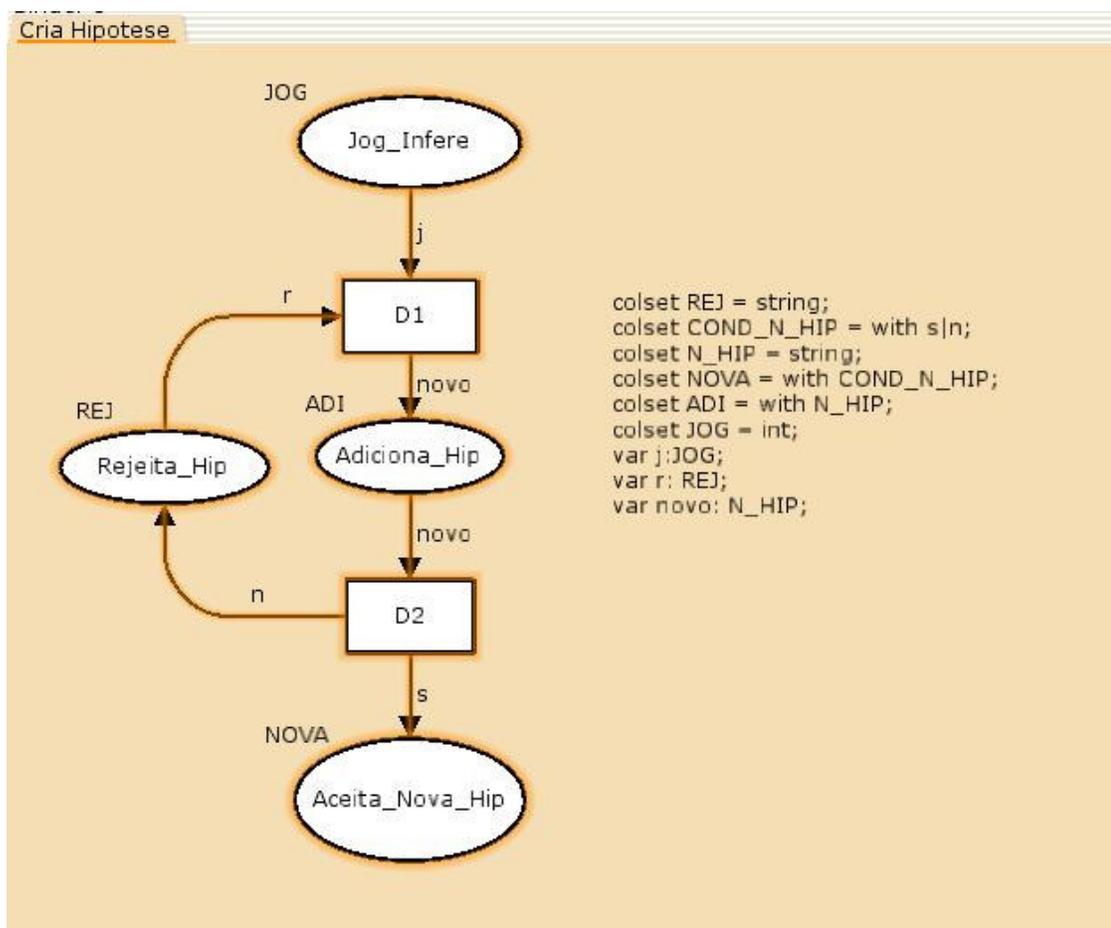
Tabela 4.7 – Lugares da Rede de Petri Colorida *Cria Hipótese*

LUGAR	DESCRIÇÃO
Jog_Infere	Jogador infere sobre outros personagens e objetos.

Adiciona_Hip	Proposta outra opção de Hipótese para o problema além daquelas já oferecidas.
Rejeita_Hip	Hipótese sugerida recusada.
Aceita_Nova_Hip	Hipótese sugerida aceita.

Tabela 4.8 – Transições da Rede de Petri Colorida *Cria Hipótese*

TRANSIÇÃO	DESCRIÇÃO
D1	Criar Hipótese a ser avaliada pelo Tutor do jogo.
D2	Enviar solicitação ao Tutor, onde poderá ser aceita ou não a solicitação.

Figura 4.10: CPN *Cria Hipótese*.

4.2.5 CPN *Refutação*

Na figura 4.11 o cenário *Refutação* conduz o jogador a interagir com o ambiente e com outros jogadores para que ele confirme a escolha de uma dada

hipótese, que será questionada pela figura do facilitador. Caso o facilitador convença sobre a inconsistência da conjectura proposta pelo jogador, poderá ser feita nova escolha de hipótese. Caso contrário, o jogador poderá testar sua hipótese.

Na figura 4.12 trabalhamos a CPN *Refutação*. Nela iniciamos com o lugar *Facilitador_Infer*, que permite um questionamento do PNJ Facilitador sobre a hipótese escolhida, segundo o modelo popperiano do raciocínio científico. As transições *E1*, *E3* e *E2* se comportam como as transições *B1*, *B2* e *B4*, seguindo a explicação anteriormente feita na seção 4.2.2, assim como o lugar *Capta_Info*. Na transição *E4* o jogador tem a possibilidade de concordar com o questionamento do PNJ Facilitador e desistir de sua hipótese, indo buscar uma nova hipótese, ou permanecer com a sua. O lugar *Revisa_Hip* marca a situação onde o jogador decide desistir de sua hipótese inicial, enquanto o lugar *Permanece_Hip* indica que o jogador insiste com sua escolha inicial.

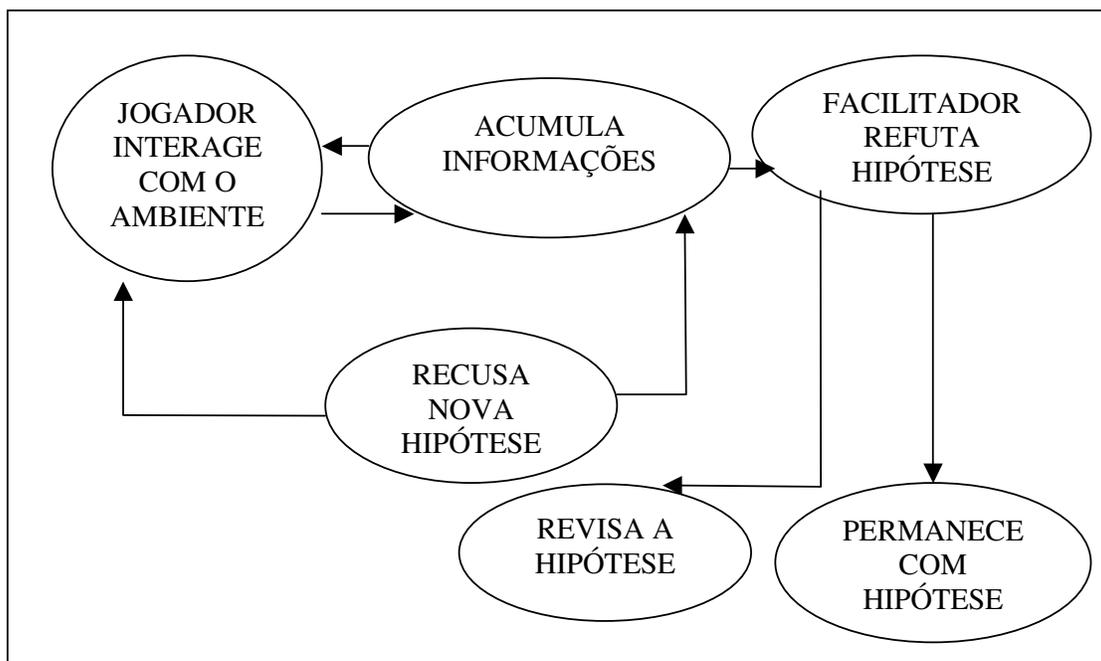


Figura 4.11: Diagrama simplificado para o cenário da rede *Refutação*

Para a CPN *Refutação* as declarações são as seguintes: a cor *COND_HIP* indica duas condições, *s* para permanecer a hipótese e *n* para refutar a hipótese; a cor *INT* serve como referência para diferenciar a cor *REV* da cor *PERM*; a cor *PERM*

funciona como indicador para a cor *COND_HIP*, assim como a cor *REV*; as cores *INFO*, *LST_INFO*, *JOG*, *ONLINE* e *LST_ONLINE* vão de acordo com o mostrado na seção 4.2.2. As variáveis *j*, *i* e *on* seguem também a explicação da seção 4.2.2.

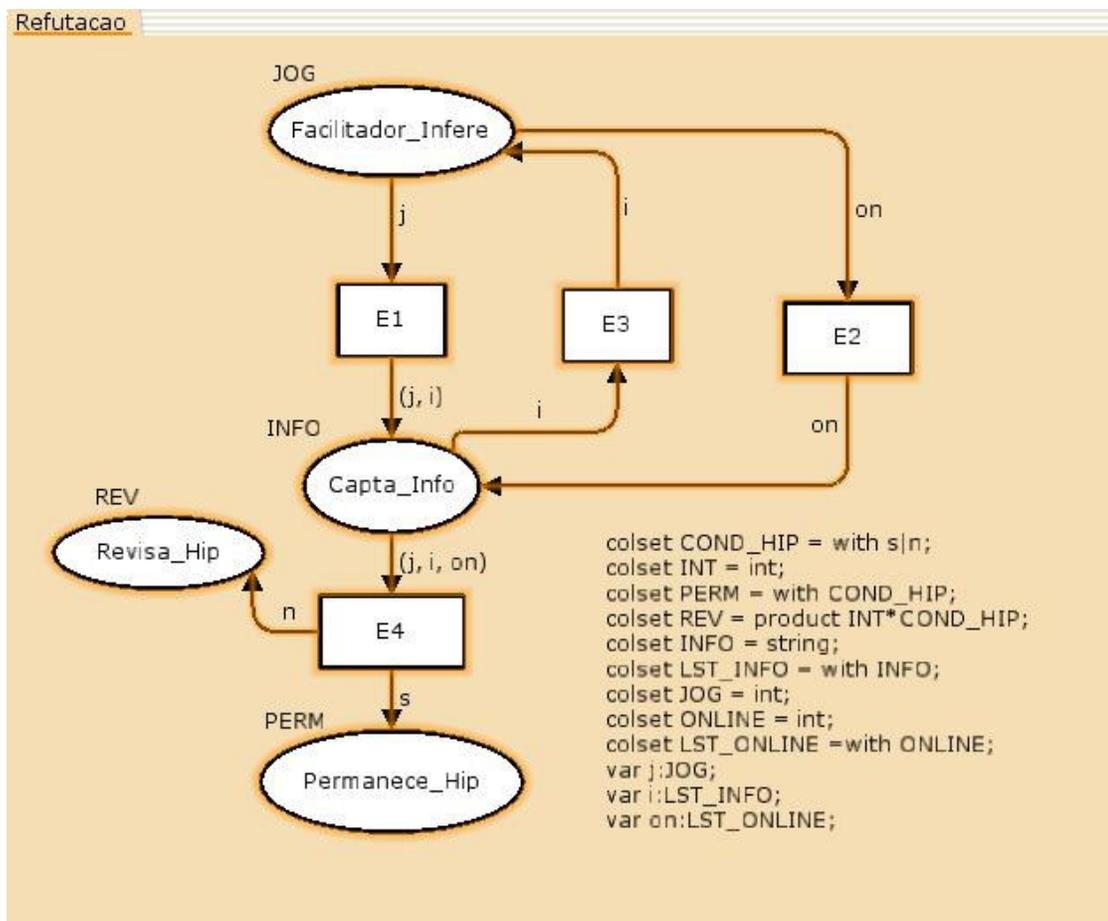


Figura 4.12: CPN *Refutação*.

Tabela 4.9 – Lugares da Rede de Petri Colorida *Refutação*

LUGAR	DESCRIÇÃO
Facilitador_Infere	PNJ Facilitador infere sobre hipótese escolhida.
Capta_Info	Jogador interage, coleta informações e especula com outros jogadores <i>on-line</i> .
Revisa_Hip	Argumentação do PNJ Facilitador convence a desistir da Hipótese escolhida.
Permanece_Hip	PNJ Facilitador não consegue convencer a desistir da Hipótese selecionada.

Tabela 4.10 – Transições da Rede de Petri Colorida *Refutação*

TRANSIÇÃO	DESCRIÇÃO
E1	Interagir com PNJ Facilitador.

E2	Interagir com jogador <i>on-line</i> .
E3	Interagir, coletar informações e especular com outros jogadores <i>on-line</i> .
E4	Refutar Hipótese, onde poderá ser aceita ou não a negação.

4.2.6 CPN *Experimento*

O cenário *Experimento* representado pelo diagrama da figura 4.13, conduz o jogador a interagir com o ambiente e com outros jogadores para que ele confirme a validade de sua hipótese, contabilize quantas vezes o experimento foi feito e se este experimento foi bem ou mal sucedido.

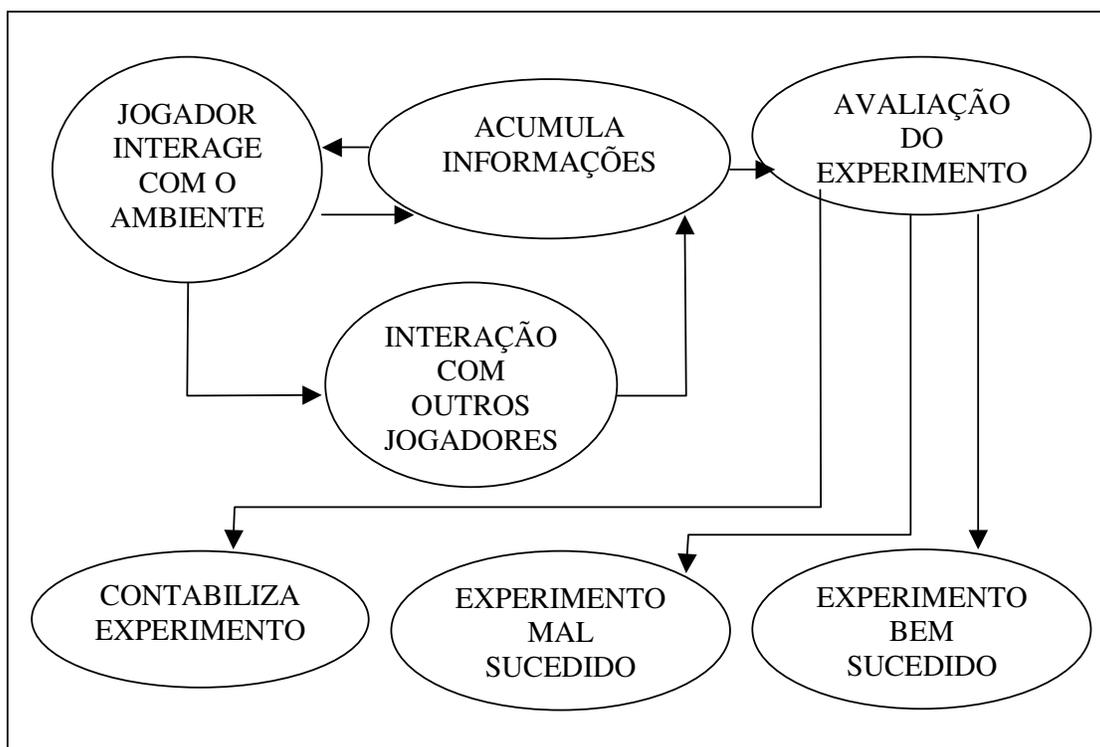


Figura 4.13: Diagrama simplificado para o cenário da rede *Experimento*

A figura 4.14 faz referência a CPN *Experimento* onde o jogador testará sua hipótese. No lugar *Jogador_Aval*, o jogador decide se sua interação será com PNJ, com objetos que ele acredita ser relevante para o experimento e por fim pode interagir com outros colegas *on-line*; A transição *F1* habilita a interação com os PNJ, a *F3* com os objetos do cenário e a transição *F2* com outros jogadores em rede; No lugar *Recebe_dat_jog* os dados coletados de outros PNJ são tratados, assim como

no lugar *Recebe_dat_obj* também recebem tratamento os dados vindos da interação com os objetos em cena; A transição *F4* recebe estes dados, marcando-os como positivos, onde a experiência tem sucesso, ou não; O lugar *Atual_Cont_Exp* contabiliza as experiências, positivas ou não, e envia sua situação à transição *F5*; Em *F5*, é tratada a contagem de experiências bem sucedidas e mal sucedidas, encaminhando o *token* de acordo com a contagem; No lugar *Exp_Bem_Suc*, é sinalizado ao jogador seu sucesso na escolha de sua hipótese, enquanto no lugar *Exp_Mal_Suc* é comunicado ao jogador a necessidade de refazer sua escolha de hipótese, haja vista que a experiência não teve um bom resultado.

O conjunto de declarações para a CPN *Experimento* segue: a cor *INT*, marcada como inteiro, serve como referência para a cor *N_OK*; a cor *COND_EXP* contém as variáveis *b*, indicando uma experiência bem-sucedida, e *m*, indicando uma experiência mal sucedida; a cor *OK*, que usa a variável *b* de *COND_EXP*; cor *N_OK*, que usa a variável *m* de *COND_EXP* em conjunto com *INT*; cor *CONT*, atribuída como inteiro, que atua como contador das vezes que a experiência foi realizada; cor *DADO*, marcada como *string*, representando informação adquirida de objetos, PNJ e outros jogadores on-line; cor *LST_DAT*, lista contendo dados vindos de *DADO*; cor *DAJ*, definida como *string*, representando informação adquirida especificamente de PNJ e outros jogadores on-line; cor *LST_DAJ*, lista contendo dados vindos da cor *DAJ*; cor *DAO*, marcada como *string*, representando dados vindos apenas de objetos e outros jogadores on-line; cor *LST_DAO*, lista contendo dados vindos da cor *DAO*; as cores *JOG*, *ONLINE* e *LST_ONLINE* estão conforme discutido na seção 4.2.2. A variável *c* está atribuída a *CONT*; *d* atribuída a *LST_DAT*; a variável *i* a *LST_DAJ*; a *l* à *LST_DAO*; as variáveis *j* e *on* respectivamente a *JOG* e *LST_ONLINE*, conforme seção 4.2.2.

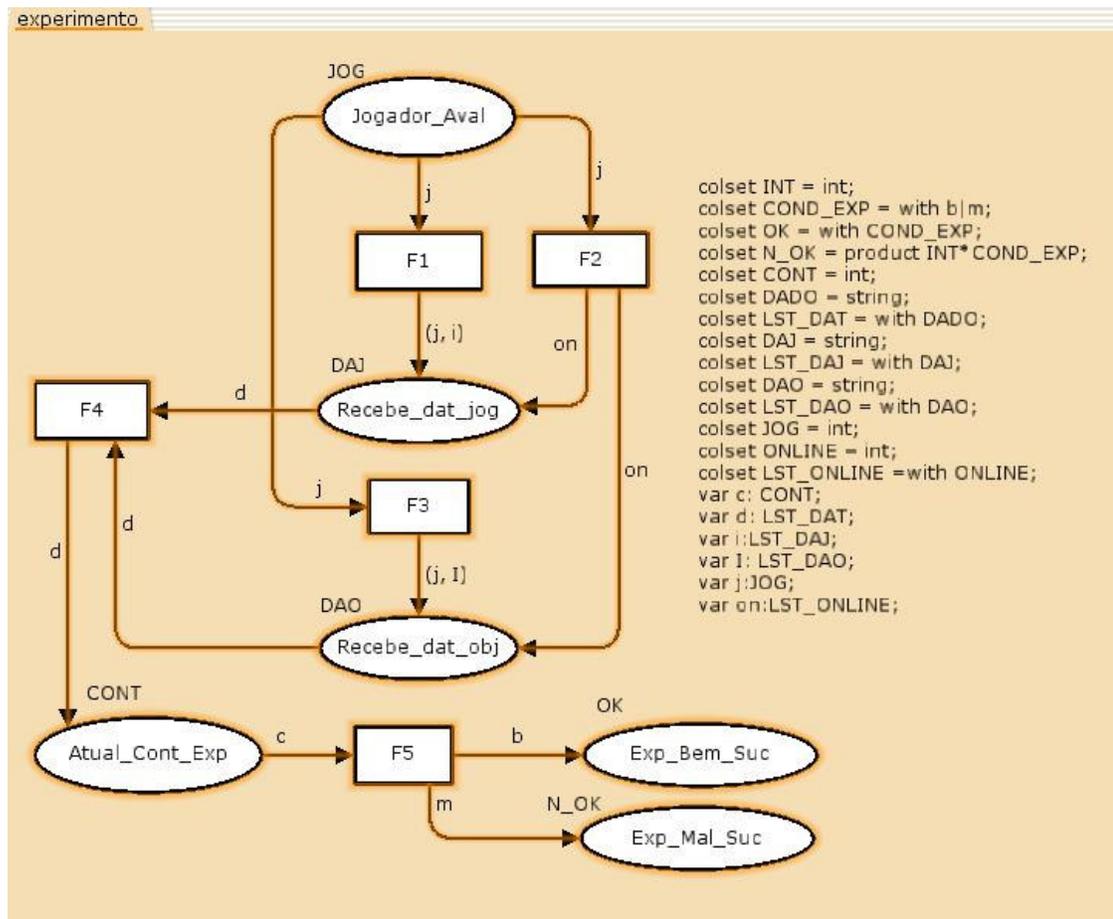
Tabela 4.11 – Lugares da Rede de Petri Colorida *Experimento*

LUGAR	DESCRIÇÃO
Jogador_Aval	Jogador avalia se experimento resolverá problema proposto.
Recebe_dat_jog	Recebe dados vindos de PNJ e outros jogadores on-line.
Recebe_dat_obj	Recebe dados vindos da interação com objetos e de outros jogadores on-line.
Atual_Cont_Exp	Contabiliza a quantidade de vezes que a experiência foi reproduzida.

Exp_Mal_Suc	Sinaliza que o problema e/ou hipóteses escolhidas procedem.
Exp_Bem_Suc	Sinaliza que o problema e/ou hipóteses escolhidas não procedem.

Tabela 4.12 – Transições da Rede de Petri Colorida *Experimento*

TRANSIÇÃO	DESCRIÇÃO
F1	Interagir com PNJ.
F2	Interagir com jogador <i>on-line</i> .
F3	Interagir com objetos.
F4	Preparar dados para confirmar se experimento será bem sucedido ou não.
F5	Identificar qual estado do experimento, se foi positivo ou não.

Figura 4.14: CPN *Experimento*.

4.2.7 CPN Conclusão

Para o cenário *Conclusão*, o jogador ao finalizar o ambiente de experimentos, recebe uma bonificação pela sua capacidade de resolução do problema, podendo em seguida avançar para um nível mais competitivo no turno seguinte ou ainda permanecer no nível em que se encontra para reformular suas hipóteses.

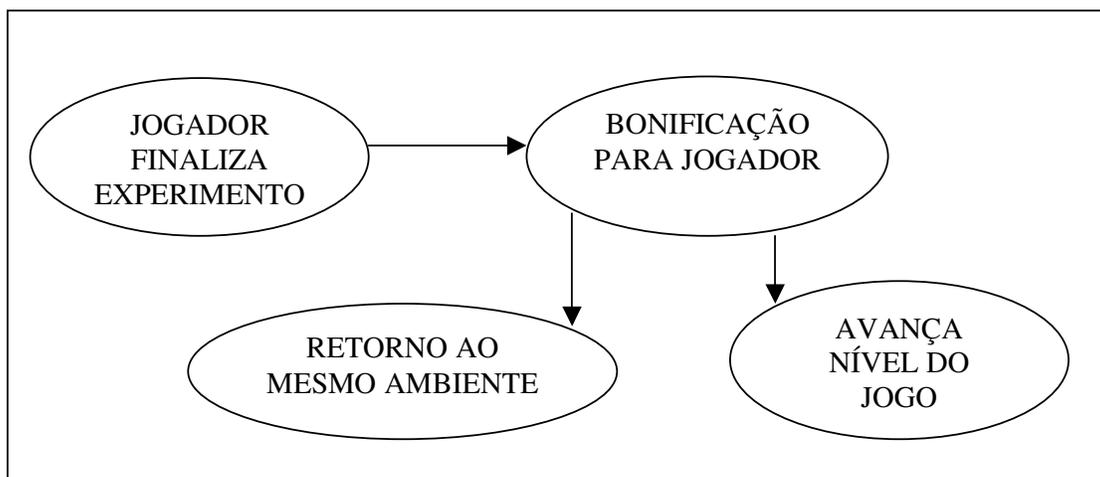


Figura 4.15: Diagrama simplificado para o cenário da rede *Conclusão*.

A CPN *Conclusão* está mostrada na figura 4.16: o lugar *Conc_Exp* indica o resultado positivo da experiência, e por consequência, da hipótese; A transição *G1* além de incrementar a pontuação do jogador, se encarrega de atuar na escolha do término da sessão ou no avanço para outro nível da aplicação; O lugar *Fim_Amb* fecha a sessão, sinalizada por *G1*; o lugar *Avança_Nível* permite o jogador ir a outro cenário, idealizado inicialmente pelo Tutor conforme a arquitetura proposta.

As declarações para a CPN *Conclusão* são assim colocadas: A cor *INT*, marcada como inteiro, atua como referência para a cor *FIM*; cor *COND_FIN*, trabalha com as situações das variáveis *f*, que finaliza o ambiente, e *a*, que permite avançar para outra instância do jogo; cor *FIM*, que utilizada da variável *f* da cor *COND_FIN* em conjunto com a cor *INT*; cor *PROX*, sinaliza o uso variável *a* da cor *COND_FIN*; cor *JOG*, identificada conforme seção 4.2.2. A variável *j* indicada como *JOG*, também conforme seção 4.2.2.

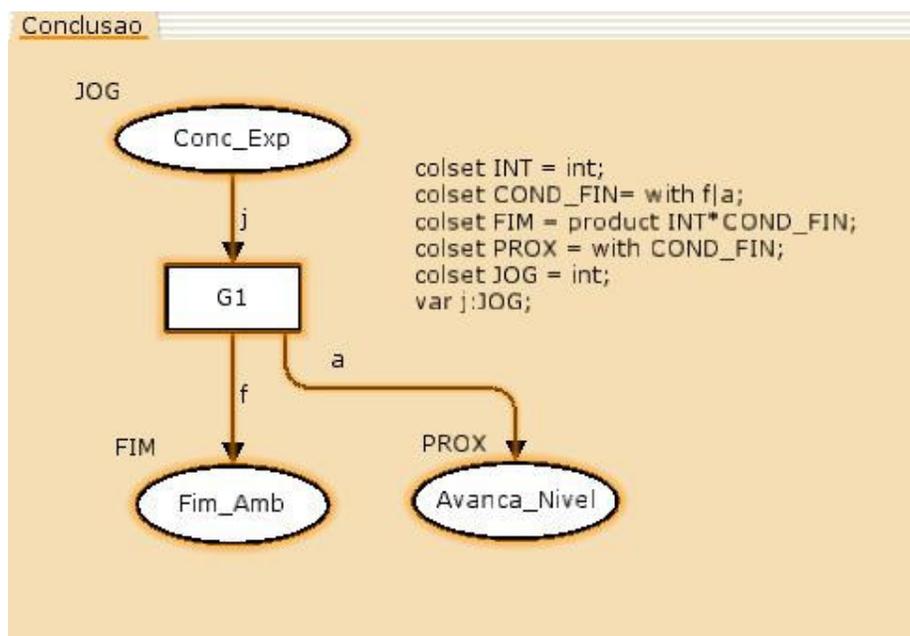
Tabela 4.13 – Lugares da Rede de Petri Colorida *Conclusão*

LUGAR	DESCRIÇÃO
-------	-----------

Conc_Exp	Conclui após experimento ter sido bem sucedido.
Fim_Amb	Finaliza ambiente.
Avança_Nível	Após incremento de pontos, jogador tem acesso a outro nível do jogo.

Tabela 4.14 – Transições da Rede de Petri Colorida *Conclusão*

TRANSIÇÃO	DESCRIÇÃO
G1	Bonificar jogador e habilitar para novo nível ou finalizar a aplicação.

Figura 4.16: CPN *Conclusão*.

4.3 Considerações

Neste capítulo tratamos da arquitetura proposta e o foco no Modo Jogo, modelado em Rede de Petri Colorida. Nesta modelagem, destacamos as situações de Seleção, Descoberta, Escolher Hipótese, Cria Hipótese, Refutação, Experimento e Conclusão. No capítulo seguinte trataremos do protótipo desenvolvido e experimento e sua aplicação no contexto de uma sala de aula.

Capítulo 5

Protótipo e Experimento

5.1 Introdução

A necessidade de contextualizar novas tecnologias na educação pode nos levar a uma aprendizagem mais dinâmica e colaborativa, onde os jogos eletrônicos podem se tornar grandes aliados, através da visão sócio-construtivista. Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN, 1998), caderno de Ciências Naturais, citam a necessidade desta dinâmica:

Assim, o estudo das Ciências Naturais de forma exclusivamente livresca, sem interação direta com os fenômenos naturais ou tecnológicos, deixa enorme lacuna na formação dos estudantes. Sonega as diferentes interações que podem ter com seu mundo, sob orientação do professor. Ao contrário, diferentes métodos ativos, com a utilização de observações, experimentação, jogos, diferentes fontes textuais para obter e comparar informações, por exemplo, despertam o interesse dos estudantes pelos conteúdos e conferem sentidos à natureza e à ciência que não são possíveis ao se estudar Ciências Naturais apenas em um livro (pág.27).

Os PCN's enfatizam tal abordagem no planejamento anual escolar, com o objetivo de contar com uma ampla participação dos estudantes através de projetos, privilegiando as decisões em conjunto:

...[Uso da] investigação propriamente dita, com a utilização das fontes de informação e outros recursos didáticos, como jogos e simulações. O professor, com a participação dos estudantes, propõe as fontes mais adequadas para cada uma das questões. Durante esta etapa há confronto entre as hipóteses iniciais e as informações obtidas, e os estudantes reestruturam explicações. As diferentes atividades, como exploração bibliográfica, entrevista, experimentação, trabalho de campo ou outras, devem ser registradas de diferentes formas, para proporcionar melhor aprendizagem (pág. 116).

Desta maneira a proposta de um jogo que tenha como premissa o uso do raciocínio científico em sua estrutura, articulado de forma colaborativa, pode

enriquecer o conjunto de ferramentas disponíveis aos professores que desejem trabalhar sob esta ótica no ensino de ciências ou mesmo em outras áreas. Em conjunto com outros mecanismos didáticos, um jogo que privilegie a cooperação ou colaboração entre os participantes de uma atividade de aprendizagem será um elemento muito motivador, fazendo com que este jogador se aproprie do conhecimento de forma mais efetiva.

5.2 Objetivo do Protótipo

A pesquisa tem por objetivo a criação de um modelo de questionamento, refutações e experimentos a partir da seleção de um domínio de questões, que tenha como premissa a aprendizagem do raciocínio científico.

O objetivo deste protótipo é, além de mostrar a funcionalidade do modelo proposto no capítulo anterior, salientar a prática da aquisição do conhecimento pelo processo do raciocínio científico. A ferramenta poderá servir de apoio pedagógico a professores tanto do ensino médio como nas séries finais do ensino fundamental usando uma forma lúdica.

5.3 RPG Makers

Os *RPG Makers* são ferramentas de criação de *Role Playing Games* eletrônicos, com características simples como a linearidade de criação de histórias e um único jogador controlando os eventos, havendo pouca variedade deste tipo de aplicação no mercado de jogos eletrônicos (GIRAFFA, 2003a). Para consoles, especificamente *Playstation* e *Playstation 2*, existe o *Maker* da Agetec. Para o sistema operacional *Windows*, o mais conhecido *Maker* é o desenvolvido pela empresa japonesa EnterBrain (GIRAFFA, 2003b). Esta empresa criou várias versões deste produto, como o *RPG Maker 95*, *2000*, *2003*, *XP* e *VX*. Alguns produtos foram lançados apenas para o Japão, como o *RPG Tsukuru for Móbile*, para criação de jogos em celular.

Estes *Makers* se caracterizam por não dispor de recursos para vários jogadores simultâneos, como nos chamados MMO (*Massively Multiplayer On-line Game*), mas fãs da ferramenta desenvolveram e compartilharam na internet alterações na aplicação que possibilitam esta função, através de scripts e bibliotecas

adicionais ao produto.

O módulo adicionado é o *NetPlay*, que permite as funções de chat e e-mail à versão XP do *RPG Maker*. O desenvolvimento do protótipo foi realizado nesta versão justamente por conta de tal recurso, o RGSS (*Ruby Game Scripting System*). A customização do módulo *NetPlay* é possível através da linguagem de script *Ruby*, disponível no *RPG Maker* nas versões XP e VX.

Com este recurso as possibilidades da ferramenta são ampliadas, principalmente do ponto de vista da colaboração, mas carecem de mais alterações para que se torne efetivamente estável. Observando esta questão, o presente protótipo foi testado em pequenos grupos, para garantir a estabilidade do experimento.

5.4 Linguagem *Ruby*

Para jogos eletrônicos o uso de linguagens de scripts é o mais indicado, evitando o processo de compilação, dando agilidade ao processo de criação. Entre as linguagens mais usadas em jogos estão: *Lua*, *Ruby* e *Python* (VALENTE, 2005). O *RPG Maker* faz uso da linguagem *Ruby*.

Ruby é uma linguagem de script desenvolvida pelo japonês Yukihiro Matsumoto e caracteriza-se pela simplicidade e fácil integração com várias outras linguagens, como C e *Java*. A portabilidade é também outro fator de seu sucesso, pois pode ser executada em ambientes *Windows*, *Unix* e suas variações (MENEGOTTO, 2002).

Sua aprendizagem é rápida, possuindo um bom conjunto de bibliotecas com recursos diversos, e com seu processo de instalação bastante claro, indicando seu uso também em projetos de criação de interface gráfica como o *FXRuby* (DIAS, 2005). Todas estas características influenciam o uso desta linguagem não só para jogos, mas também para uma vasta gama de aplicações.

5.5 Estrutura do Protótipo

A seqüência da aplicação segue conforme a figura 5.1, demonstrada através de um mapa conceitual, no qual se percebe o processo do método científico.

Iniciando pela observação do ambiente levando a descoberta do problema, onde poderão ser feitas conjecturas que permitirão criar hipóteses. Estas hipóteses deverão ser questionadas, definindo o nível de falseabilidade da mesma (POPPER, 2008). Para medir o nível de falseabilidade, é realizado um experimento que, de acordo com a hipótese proposta, indicará uma conclusão. Tal conclusão poderá corresponder a uma pontuação melhor ou não, dependendo da hipótese escolhida.

Para o protótipo foi definido que o problema a ser trabalhado seria a falta d'água em uma hipotética ilha.



Figura 5.1: Mapa conceitual do protótipo

5.6 Mapa de Login

Estas seguem o funcionamento previsto na *CPN Seleção* (seção 4.2.1). Na figura 5.2(a) percebemos a tela de escolha de qual servidor o jogo estará sendo gerenciado. Pode haver vários servidores na rede, permitindo que o usuário escolha

com qual grupo ele queira jogar ou ainda a possibilidade de escolher outro servidor caso o servidor preferencial esteja desativado.



Figura 5.2: (a) Tela de escolha do Servidor de rede;

(b) Tela de Login e criação do usuário.

Depois de escolhido o servidor do jogo, aparecerá uma tela com a opção de entrada e /ou criação de usuário, conforme figura 5.2(b). Ao digitar um nome de usuário já existente (no campo “nome”) basta apertar o botão “Enter” para se ter acesso à tela com os avatares. Caso o usuário ainda não tenha sido criado, devem ser digitados o novo nome de usuário e uma senha e apertar “Criar Usuário”. Esta tela acompanha também uma janela com alguma mensagem que tenha sido enviada a partir do servidor.

Se o usuário acabou de ser criado, clica-se em uma das três interrogações para que apareça uma nova janela aguardando a escolha do nome e personagem a ser representado. No botão “Muda Avatar” alteramos o gráfico do personagem, para um que represente melhor o jogador na partida. Ao confirmar a criação do seu avatar, é mostrada a opção de iniciar o jogo ou remover este avatar. Caso você já esteja cadastrado, outros avatares que tenham sido criados anteriormente aparecerão.

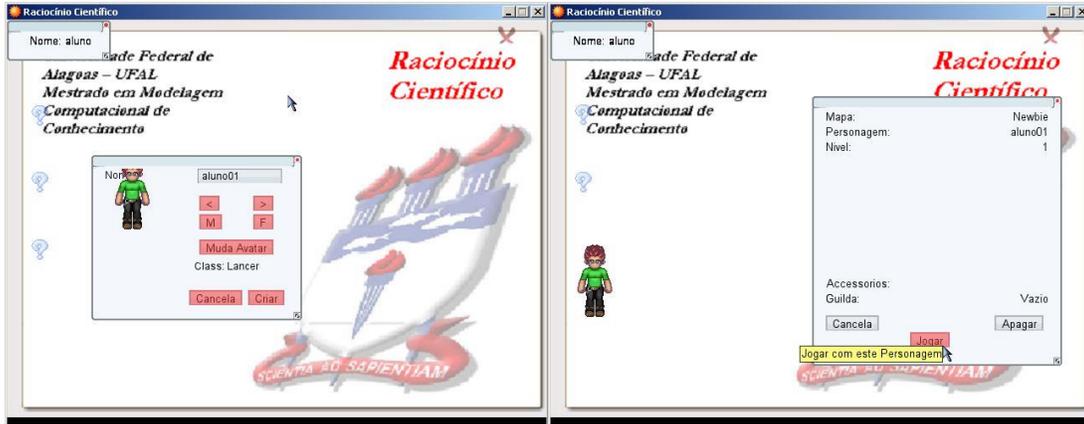


Figura 5.3: (a) Escolha do avatar e nome; (b) tela de confirmação de início de jogo.

5.7 Mapa de Introdução

Ao iniciar o jogo, é possível escolher entre visualizar a ajuda, que será tratada na seção 5.12, ou começar a partida (figura 5.4(a)). Na escolha de início da partida, uma tela com esclarecimentos iniciais sobre a história associada ao jogo deverá aparecer, visto na figura 5.4(b).

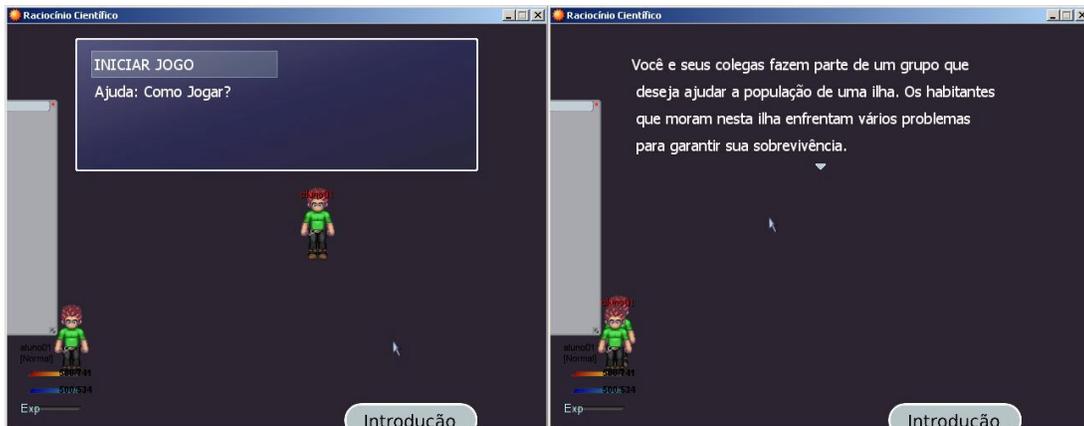


Figura 5. 4: (a) Escolha do início do jogo ou menu de ajuda; (b) tela de apresentação.

5.8 Mapa de Observação

Conforme a *CPN Descoberta* (seção 4.2.2), o personagem deverá interagir com outros Personagens Não Jogadores (PNJ), objetos do ambiente e com outros jogadores on-line para entender e se apropriar do problema proposto. Na figura 5.5 (a) visualizamos o jogador próximo a outros PNJ, que poderão ajudar a entender o problema tratado.

A cada interação o jogador vai adquirindo mais conhecimento do domínio que ele está trabalhando, até que ele se sinta a vontade de explorar outra tela, indicada na figura 5.5(b).



Figura 5. 5: (a) tela de navegação no mapa Observação;

(b) coleta de informações com personagens não jogadores (PNJ).

5.9 Mapa de Pergunta

É no Mapa de Pergunta que o ambiente de Descoberta proposto coloca claramente possíveis problemas que estejam ocorrendo (figura 5.6(a)). Ao interagir com os objetos e PNJ do mapa anterior, o jogador agora tem condições de identificar qual o problema proposto, a falta d'água. Neste mapa o jogador deve interagir com cada PNJ (figura 5.6(b)) para escolher qual entre eles dispõe do melhor entendimento do problema, ou ainda solicitar apoio de outro colega on-line.

Na escolha de uma dedução não apropriada, como concordar que o problema na ilha seja "o número excessivo de animais venenosos", o jogador será levado a uma situação que o impediria de escolher hipóteses coerentes, sendo intuitivamente

levado a voltar ao mapa de Pergunta podendo escolher outro problema.



Figura 5. 6: (a) tela de navegação no mapa Pergunta;

(b) sugestão do Problema pelo PNJ.

5.10 Mapa de Hipótese, Refutação e Criação de Hipótese

A solução para o problema proposto vem através das hipóteses, dispostas no mapa de acordo com a *CPN Escolher Hipótese* (seção 4.2.3). O jogador atua com os PNJ no mapa, escolhendo qual entre eles possui a melhor hipótese (figura 5.7(a)), ou consultando outros jogadores em rede. Se uma hipótese não parece adequada, o jogador cancela aquela escolha e segue para outro PNJ.



Figura 5. 7: (a) Sugestão de Hipótese pelo PNJ;

(b) PNJ refuta a Hipótese sugerida.

Caso ele confirme a hipótese lançada pelo PNJ um questionamento será feito

pelo próprio PNJ que propôs a hipótese, como podemos ver na figura 5.7(b). É assim chamada de refutação, uma crítica em que o jogador pode reavaliar sua escolha, onde ele poderá insistir e provar sua opinião através de um experimento ou partir para outra hipótese. Esta condição está identificada no modelo *CPN Refutação* (seção 4.2.5).

Mas e se o jogador acredita que uma nova hipótese deveria ser lançada, diferente das ditas pelos PNJ? Esta circunstância atende ao modelo *CPN Cria Hipótese* (seção 4.2.4). Aqui o jogador ao selecionar “Criar uma nova Hipótese?” (figura 5.8(a)) é avisado que um e-mail será enviado ao Tutor da partida, que pode ser um professor, um monitor ou mesmo um jogador (aluno) mais avançado que esteja on-line. Em seguida aparecerá uma janela onde o jogador deverá preencher com o nome que o Tutor estiver usando na partida (avatar), título do assunto tratado (adição de nova hipótese) e o texto contendo uma nova conjectura sobre o problema discutido (figura 5.8(b)).



Figura 5.8: (a) Sugestão de Criação de Nova Hipótese; (b) Envio de Nova Hipótese ao Tutor.

No caso do Tutor discordar da hipótese sugerida, ele poderá enviar outro e-mail ao usuário explicando o motivo. Caso contrário, se for aceita a hipótese, a adição por parte do Tutor não será em tempo real, pois a própria dinâmica do *Maker* impede atualizações deste tipo. Deverão ser alterados ou construídos mapas que atenderão a solicitação. Devido a esta e outras limitações, a alteração do RPG

Maker por outro *engine* é sugerida no capítulo Considerações Finais, com o objetivo de criar um produto de produção sem esta limitação.

5.11 Mapa de Experimento e Conclusão

Após confirmar que irá testar a hipótese escolhida, o jogador é colocado no mapa Experimento. De acordo com o modelo *CPN Experimento* (seção 4.2.6) ele poderá atuar com outros PNJ, objetos e jogadores da rede para a execução da teoria proposta (figura 5.9(a)).



Figura 5. 9: (a) Experimento da Hipótese lançada;

(b) Escolha entre optar por nova Hipótese, verificar ganhos ou sair do jogo.

De acordo com a continuidade da execução da hipótese, o jogador irá ter resultados diferentes. A cada nova escolha (também chamada de regra) um novo fato aparece ao jogador, onde este fato resultará em uma pontuação maior ou menor para o jogador. Por exemplo, na figura 5.10(a) percebemos que a escolha de trazer uma determinada quantidade de barcos resultou num benefício de 500 litros à população da ilha. Outra escolha poderia ter um acréscimo menor ou maior do acumulado na pontuação. O jogador ao finalizar sua escolha no experimento pode decidir se retorna ao mapa de Hipóteses para testar outras hipóteses e assim ampliar a pontuação, ou terminar a partida. Esta situação pode ser vista na figura 5.9(b). Quando acionado “Sair do Jogo” a aplicação para na última tela que o usuário se encontra, conforme figura 5.10 (b). Este modelo está definido na *CPN*

Conclusão (seção 4.2.7).



Figura 5. 10: (a) Pontuação pela Hipótese escolhida;

(b) Final de jogo.

5.12 Telas de E-mail, Chat e Manual

O Menu do jogo poderá ser acionado a qualquer momento com a tecla ESC. Suas opções são Sair, Chat, Mail, Escrever Mail e Menu Login, como mostrado na figura 5.11(a). A opção “Sair” permite finalizar o jogo escolhendo a alternativa “*shutdown*” na janela que aparecerá em seguida. O “Chat” habilita a comunicação instantânea ponto a ponto entre jogadores vinculados a um mesmo servidor, bastando apenas que pelo menos dois jogadores estejam on-line (figura 5.11(b)).



Figura 5. 11: (a) Menu na parte superior com opções de email e chat;

(b) Chat entre dois jogadores online.

“Mail” e “Escrever Mail” permitem respectivamente ler e escrever mensagens mais longas e organizadas do que no “Chat”, mais indicado para conversas entre Tutor e jogador. “Menu Login” faz com que o jogador retorne a tela inicial de escolha de usuário, permitindo que o mesmo possa trocar de usuário ou ainda seu avatar.

Temos duas situações onde o usuário recebe informações de como navegar no jogo: uma na abertura, com uma breve explicação do que fazer (figura 5.12(a)), e outra ao iniciar o jogo, na opção “Ajuda: Como Jogar?”. Uma seqüência de telas explica detalhes de operação de teclado e de Menu. Um exemplo é visto na figura 5.12(b).

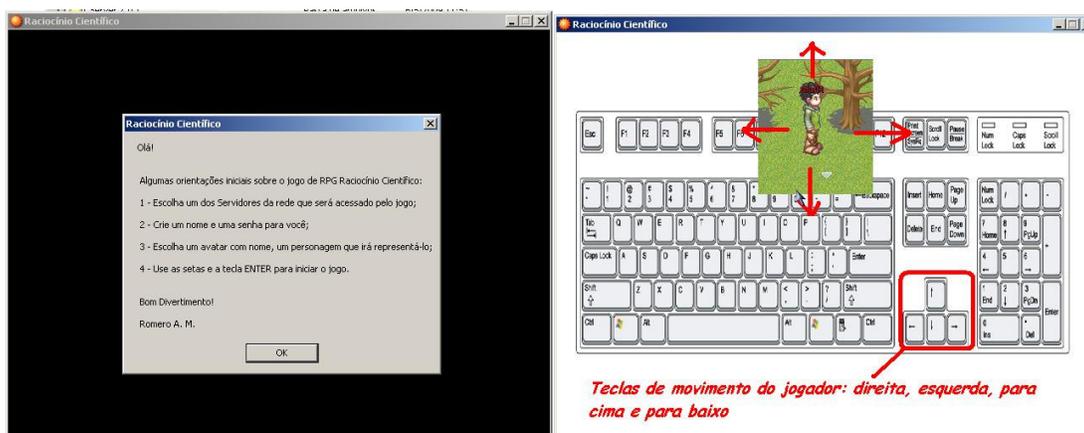


Figura 5. 12: (a) Tela de abertura do jogo;

(b) Tela de ajuda a navegação.

5.13 Experimento

Toda hipótese ou conjectura, segundo o modelo popperiano, é passível de refutação. A busca por situações que indiquem a falseabilidade desta conjectura é dever de todo pesquisador na visão de Popper. O experimento é fundamental na construção de qualquer teoria, pois ele nos dá condições de criticarmos nossas proposições acerca de nosso estudo.

Dito isto, a hipótese de que um jogo possa estimular a aprendizagem usando uma seqüência dedutiva, baseada em regras e questionamentos, também deve ser

refutada, sendo colocada à prova através de um experimento, que será o tema desta sessão.

5.13.1 Metodologia Adotada

A presente pesquisa teve um caráter qualitativo, com seu foco em uma abordagem experimental, usando como instrumento de coleta de dados questionários aplicados aos alunos.

O estudo foi aplicado aos alunos do ensino médio no Instituto Federal de Pernambuco, campus Belo Jardim, especificamente aos do 2º ano integrado do Curso de Informática. Foram acompanhados 23 alunos de ambos os sexos, 4 moças e 19 rapazes, com idade média de 16 anos, média com um desvio-padrão de 2,2. Os instrumentos de medição foram 2 questionários, um prévio ao jogo e outro respondido após os jogadores terem testado o jogo.

Foi aplicado um questionário inicial com perguntas objetivas acompanhado de um texto contextualizando o assunto a ser abordado, para definir o perfil destes usuários diante a aplicação que eles iriam testar. Em seguida eles puderam usar o jogo de forma a interagir o quanto desejasse, sem controle da quantidade de partidas que jogariam. A operação durou 1 hora e meia, momento em que eles preencheram outro questionário com novas perguntas, objetivas e subjetivas, para que houvesse uma comparação com a condição anterior.

5.13.2 Tarefas Executadas

Aqui nós discutiremos a forma como foi aplicado o experimento, desde uma prévia avaliação do usuário, seu comportamento durante o tempo que jogou e suas impressões após o período que usou o protótipo.

5.13.2.1 Questionário Pré-Teste

Este questionário teve o intuito de diagnosticar previamente a situação do grupo frente às seguintes situações: seu conhecimento de microinformática, uso de jogos eletrônicos e entendimento sobre Raciocínio Científico. Também foi argüida sua segurança sobre o tema Raciocínio Científico após a leitura de um pequeno texto sobre o assunto. As perguntas e suas respostas são mostradas como segue:



Figura 5.13: Qual a sua experiência com microcomputadores? Qual seu nível de conhecimento nesta área?



Figura 5.14: Qual a sua experiência com jogos eletrônicos? Qual seu nível de conhecimento nesta área?



Figura 5.15: Qual a sua experiência com a abordagem do raciocínio científico? Qual seu nível de conhecimento nesta área?



Figura 5.16: De acordo com o texto, você compreendeu o conceito de raciocínio indutivo e dedutivo?

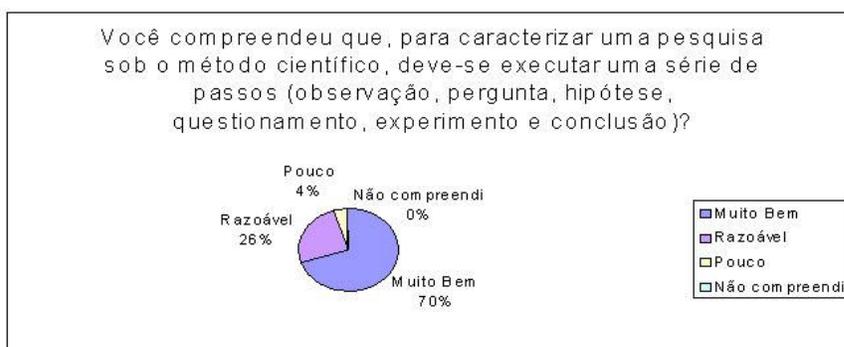


Figura 5.17: Você compreendeu que, para caracterizar uma pesquisa sob o método científico, deve-se executar uma série de passos (observação, pergunta, hipótese, questionamento, experimento e conclusão)?

5.13.2.2 O Protótipo

A maior parte dos alunos começou a interagir com o jogo de forma rápida, após a apresentação de um filme de dois minutos demonstrando o funcionamento do jogo. Pelo menos três alunos sentiram dificuldade para iniciar o protótipo, sendo que em um dos casos foi por falha na instalação do jogo na estação de trabalho. A aplicação servidora da rede apresentou três panes de curta permanência durante o tempo que foi realizado o experimento, sendo necessária a reinicialização da aplicação a cada pane, processo que ao todo consumiu no máximo cinco minutos do início ao fim do experimento. Três alunos não chegaram a concluir qualquer um dos possíveis experimentos, mas puderam acompanhar os colegas próximos que haviam conseguido.

5.13.2.3 Questionário Pós-Teste

Para analisar a usabilidade do protótipo, foi lançada uma escala de avaliação pontuando de 1 a 10 de acordo com cada pergunta, variando de “nunca” (valor 1) a “sempre” (valor 10). Seguem as questões, marcadas em itálico:

“Você achou fácil jogar?” obteve uma média de 9,8. Desvio-padrão de 2,25.

“Você achou o jogo divertido?” obteve uma média de 7. Desvio-padrão de 2,48.

“O jogo foi demorado?” obteve uma média de 4,6. Desvio-padrão de 3,4.

“A seqüência do jogo foi satisfatória?” obteve uma média de 8,8. Desvio-padrão de 2,31.

“O conteúdo foi claro?” obteve uma média de 9,6. Desvio-padrão de 1,21.

“Tecnicamente o jogo pareceu adequado?” obteve uma média de 8,8. Desvio-padrão de 1,28.

“O jogo tomou sua atenção?” obteve uma média de 8. Desvio-padrão de 2.

De forma geral o objetivo dos questionamentos mostrados nos gráficos a seguir foi mapear o conceito de Raciocínio Científico apreendido pelos alunos após uma sessão com o jogo. Foi questionado se o jogador percebeu a existência do problema, que hipóteses foram lançadas e respectivas refutações, se realizou o experimento de sua hipótese, se o jogo ajudou a compreender melhor a idéia de Raciocínio Científico e se solidificou sua segurança no uso deste método.



Figura 5.18: Você observou se o jogo tentava mostrar algum problema?



Figura 5.19: Foram mostradas sugestões (hipóteses) para a resolução do problema?



Figura 5.20: Foi questionada sua sugestão?



Figura 5.21: Você conseguiu mostrar se sua sugestão foi válida (realizou experimento)?

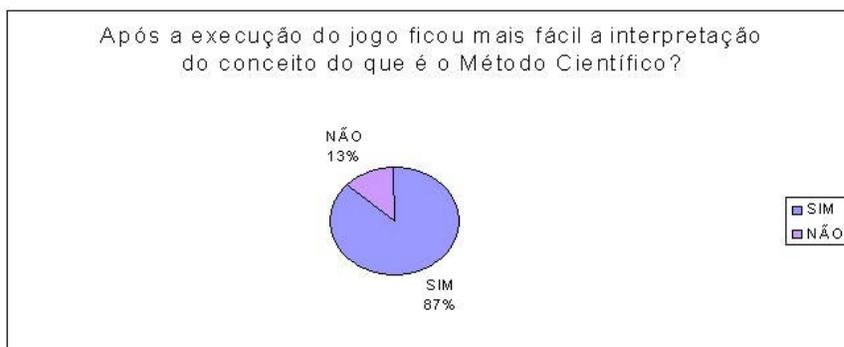


Figura 5.22: Após a execução do jogo ficou mais fácil a interpretação do conceito do que é o Método Científico?

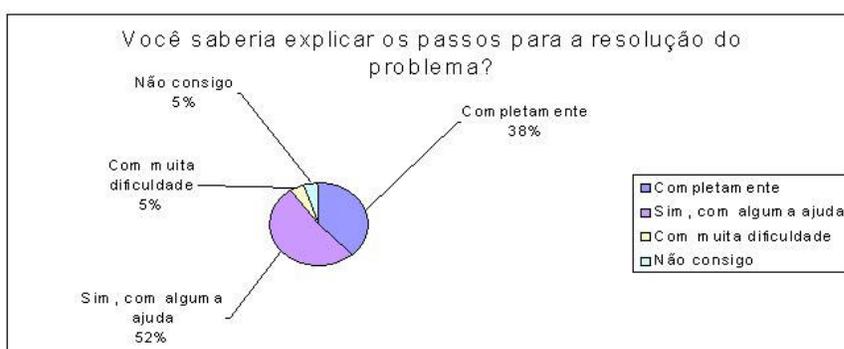


Figura 5.23: Você saberia explicar os passos para a resolução do problema?

Das questões subjetivas lançadas neste questionário, temos:

“Cite três pontos que você tenha gostado no jogo”. Neste quesito os pontos mais destacados foram “jogabilidade” (39,13%), “abordagem” (21,74%), “jogável em rede”, “raciocínio lógico” e “chat” com 17,39%. Outras 16 colocações diferentes foram dadas, em percentual menor.

“Cite três pontos que você não tenha gostado no jogo”. Aqui os pontos destacados foram “animação” (30,43%), “lentidão dos personagens” (21,74%), “comandos do jogo” e “melhorar conexão” (13,04%). Outras 14 colocações diferentes foram dadas, em percentual menor.

“Você teria sugestões para melhorar o jogo no que se refere ao assunto abordado?”. Poucas opiniões, destacando “adicionar mais temas” (4,35%).

“Você teria sugestões para melhorar o jogo no que se refere à sua interface?”. Poucas opiniões, destacando “melhorar a interface gráfica” (13,04%) e “adicionar gráficos 3D e Flash” (8,7%).

“Espaço para outros comentários:”. Poucas opiniões, destacando “problemas com servidor” (13,04%).

5.13.3 Discussão dos Resultados

Realizamos a interpretação dos dados recebidos em três momentos, no questionário pré-teste, na execução do jogo on-line junto ao grupo e no questionário pós-teste.

Do questionário Pré-Teste percebemos pela figura 5.13 que o grupo analisado possui já um conhecimento em Informática, e que possui um interesse em jogos eletrônicos equilibrado, onde o maior percentual se diz bom conhecedor de jogos (figura 5.14), fenômeno comum em alunos que cursam o técnico em Informática no IFPE – Campus Belo Jardim. Em relação a noções do que seja o Raciocínio Científico, eles demonstraram ter um entendimento de razoável a pouco do assunto em sua maioria, com poucos alunos seguros com relação ao tema (figura 5.15). A interpretação do texto feita pelo grupo demonstra ter sido bem sucedida, haja vista que apenas 4% entenderam pouco a explicação sobre dedução e indução (figura 5.16) e 70% entenderam bem os passos usados no método científico.

Foi percebido durante o jogo que o servidor apresentou instabilidade com o uso de muitos usuários simultaneamente, ocasionando travamento do jogo em várias estações. O problema foi minimizado quando o acesso se tornou restrito a um número menor de usuários por servidor, colocando outros servidores para aliviar a carga da rede.

Com os dados do questionário Pós-Teste percebemos que a maioria dos alunos achou o jogo fácil, mas o caráter sério do método científico talvez tenha tirado um pouco do brilho da diversão (média de 7, desvio-padrão de 2,48). Quanto ao jogo ser demorado, houve uma variação maior nas opiniões (média 4,6, desvio-padrão de 3,4), demonstrando que o que é demorado para uns necessariamente não é para outros. A seqüência do jogo de forma geral foi positiva (média 8,6), e o grupo concordou que o conteúdo passado foi claro (média de 9,6, desvio-padrão de 1,21) assim como o jogo pareceu adequado pela técnica usada (média 8,8). Com relação a tomar a atenção do jogador, poucos se sentiram desatentos ao jogo (média 8).

Foi unânime a idéia que o jogo mostrava um problema e que lhe seriam sugeridas hipóteses para resolução deste problema (figuras 5.18 e 5.19). 9% do grupo não interpretou o questionamento feito pelo jogo na hora da escolha das hipóteses, quando é feita a refutação (figura 5.20). Analisando o texto destes alunos percebeu-se que eram os mesmos que tinham tido problema na inicialização quanto na finalização do jogo. Apenas metade do grupo entendeu que o teste da hipótese escolhida levaria ao experimento e caso este não fosse satisfatório outra hipótese poderia ser testada (figura 5.21), o que leva a repensar no protótipo a forma como esta fase está sendo mostrada ao jogador. 52% acreditam saber explicar, com certa ajuda, os passos para a resolução do problema proposto e 38% com total segurança (figura 5.23). Entretanto, o índice mais relevante é que 87% acreditam que o jogo tenha ajudado na interpretação do que é o Raciocínio Científico (figura 5.22), corroborando com a hipótese desta pesquisa.

Nas questões subjetivas a facilidade do jogar, a possibilidade de interação e dos recursos de rede, os usos do raciocínio lógico-dedutivo foram alguns dos pontos vistos como de maior interesse no jogo, sendo também apontados outros itens vistos como positivos. Foram levantadas também críticas interessantes, como a necessidade da melhora da animação dos personagens e lentidão dos mesmos. A lentidão foi diminuída após a diminuição de usuários por servidor, e a animação tem limites do próprio engine usado, o *RPGMaker*. Apesar da criação de um menu de ajuda simples, alguns alunos também demonstraram certo desconforto na navegação do ambiente. Das sugestões dadas pelos participantes, com relação ao assunto abordado foi solicitada a adição de temas diversos e com relação à interface foi pedida a adição de outras tecnologias como *Adobe Flash* e recursos 3D. Apesar do atual protótipo não contemplar tais solicitações, a arquitetura proposta (figura 4.1) sugere tal flexibilidade.

Estes indicadores levam a acreditar na eficiência do modelo proposto, mostrando que tanto a arquitetura criada como o protótipo desenvolvido atingiram o objetivo de orientar o usuário na compreensão e uso do raciocínio científico, apesar da interface do atual protótipo e o design dos gráficos ainda necessitarem de ajustes.

5.14 Considerações

Este capítulo apresentou o funcionamento de um protótipo para o modelo sugerido em Rede de Petri Colorida descrito no capítulo 3, bem como o experimento deste protótipo em um grupo de vinte e três alunos do segundo ano do ensino médio técnico em um Campus do Instituto Federal de Pernambuco. Foi descrito o processo de avaliação do protótipo, que utilizou questionários para o mapeamento do ganho de aprendizagem do método científico pelos participantes, usando a ferramenta prototipada.

Conclusão

Considerações Finais

O uso do método científico aplicado à aprendizagem pode ter vários caminhos, mas uma abordagem lúdica que motive o aluno no processo de construção do conhecimento usando de uma metodologia científica tem um caráter promissor, alvo da pesquisa aqui mostrada. Esta afirmação tem apoio em pesquisas usando jogos em rede (MOITA, 2006; LYNN, 2004), que mostram como estes jogos podem ser positivos, sob o aspecto da colaboração como elo entre conhecimento e a satisfação do entretenimento.

Como vantagens do modelo proposto, podemos citar como maior contribuição a criação da arquitetura e do modelo do Modo Jogo (conforme descrito nos capítulos 3 e 4 respectivamente). Com a proposta da arquitetura ampliamos a perspectiva de projetos mais concisos na criação de ferramentas de aprendizagem, especificamente com o uso do raciocínio científico. Neste item destacamos o modelo proposto em Rede de Petri Colorida que formaliza o entendimento de um jogo que use da metodologia científica, de forma colaborativa pela característica multiusuária aplicada a um modelo de jogo do tipo *Role Playing Game*, proporcionando aprendizagem com o prazer de jogar.

Com a execução do experimento percebemos que o objetivo de desenvolver um modelo computacional para aprendizagem usando o método do raciocínio científico através da utilização de jogos colaborativos, utilizando o formalismo Rede de Petri Colorida, foi alcançado.

Podemos também perceber que ao longo do projeto dificuldades foram encontradas, como no módulo de gerenciamento de rede do *engine* usado que

apresentava limitações com número pouco maior que dez usuários, provocando lentidão na rede. Outra limitação foi a pouca quantidade de mapas exploratórios, que exigiria mais demanda de tempo de design para sua confecção.

A seguir é feita uma descrição dos trabalhos que poderão dar continuidade a esta pesquisa.

Trabalhos Futuros

Como perspectiva de prolongamento da pesquisa, podemos citar:

- Modelar não apenas o modo de execução, mas toda a arquitetura proposta no formalismo de Rede de Petri Colorida, a fim de facilitar o futuro desenvolvimento de módulos de Concepção e Aplicação (conforme figura 3.1);
- Migrar para um *engine* próprio de forma que a arquitetura proposta possa ser desenvolvida com mais flexibilidade;
- Definir sistema de regras mais complexo para os modelos de Pergunta, Hipótese e Refutação, dando mais opções ao jogo;
- Exportar o sistema de regras para a linguagem de marcação XML, de forma que se possa criar formas de indexação e recuperação em uma base de dados. Esta base de dados poderia ser compartilhada para vários ambientes, Neste contexto poderia se usar técnicas de inteligência artificial, como raciocínio baseado em casos, na manipulação de regras;
- Fazer mais testes com outros tipos de usuários, como testar o jogo com grupos de usuários desenvolvedores de jogos para melhorar a interface, assim como solicitar que professores das áreas de ciências possam dispor suas opiniões sobre o modelo;

Bibliografia

ABEL, M. **Estudo da perícia em petrografia sedimentar e sua importância para a engenharia de conhecimento**. 2001. Tese (doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

ALVES, Lynn R.G.. **Jogos Eletrônicos Construindo Novas Trilhas**. João Pessoa: EDUEP, Universidade Estadual da Paraíba, 2007, pp. 63-82.

ALVES, Lynn R.G. **Game over: jogos eletrônicos e violência**. Ribeirão Preto: Ed. Futura, 2004.

BACON, F. **Novum organum**. St. Louis: Publishing Co., 1901.

BANDURA, A. **Guide for constructing self-efficacy scales, Self-efficacy beliefs of adolescents**. 2006, pp. 307--337.

BATTAIOLA, A. et al. Desenvolvimento de jogos em computadores e celulares. **Revista de informática teórica e aplicada**, Porto Alegre, 2001.

BITTENCOURT, J. e GIRAFFA, L. **A Utilização dos Role-Playing Games Digitais no Processo de Ensino-Aprendizagem**. Campina Grande: PPGCC/PUCRS, 2003.

BITTENCOURT, J. e GIRAFFA, L. Modelando Ambientes de Aprendizagem Virtuais utilizando Role-Playing Games. **XIV Simpósio brasileiro de informática na educação**. Rio de Janeiro: SBC, 2003.

CARVALHO, J. N. **S3O: um método de busca de similaridades em objetos estruturados**. 2000. Dissertação (mestrado) - Campina Grande: Universidade Federal de Campina Grande, 2000.

CHAN, T. W.; Lin, C. and Chou, C. Redefining the learning companion: the past,

present, and future of educational agents. **Computers & education**. 2003, pp. 255-269.

CHAN, T. W. Learning Companion Systems, Social Learning Systems, and Global Social Learning Club. **Journal of artificial intelligence in education** (volume 7, number 2), 1996, pp. pp. 125-159.

CHAN, T. W. Artificial Agents in Distance Learning. **International journal of educational telecommunications**. Chesapeake, VA. 1995, pp. pp. 263-282.

CHIBENI, S. S. **O que é Ciência?**. Campinas. 2006. Disponível em < <http://www.unicamp.br/~chibeni> >. Acesso em: outubro de 2008.

COELHO, A. **Ferramenta de autoria colaborativa para construção de conhecimento e concepção de documentos baseados em mapas conceituais aplicados ao contexto de ensino a distância**. 2007. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Alagoas, 2007.

COSTA, E. Jogos Educacionais e Agentes Inteligentes. In: SILVA, Eliane de Moura et al (orgs). **Jogos Eletrônicos: Construindo Novas Trilhas**. Campina Grande: EDUEP, 2007, pp. 227-237.

CPN Tools. CPN Group, 2009. University of Aarhus, D. Disponível em: <http://wiki.daimi.au.dk/cpntools/obtaining_cpn_tools.wiki>. Acesso em: 10 nov. 2008.

DIAS, A., JUNIOR, G., BARRÉRE, E., MINAS, P. e de CALDAS, C. **Utilizando FXRuby na construção de cenários 3D**. 2005. Disponível em: <http://www.comp.pucpcaldas.br/~al550252522/downloads/Utilizando%20FXRuby%20na%20constru%E7%E3o%20de%20cen%E1rios%203D.pdf>>. Acesso em: 21 jul. 2009.

RPG Maker XP. ENTERBRAIN Disponível em: http://download.cnet.com/RPG-Maker-XP/3000-7537_4-10437117.html>. Acesso em 14 jun.2008.

FERNEDA E. **Conception d'un agent rationnel et examen de son raisonnement en géométrie**.1992. Tese (doutorado) - LIRMM, Université de Sciences et Techniques du Languedoc - Montpellier II, Montpellier (França).

FREITAS, R. **Um sistema de planejamento de ações baseado em casos para**

uma Célula flexível de manufatura. 1996.Tese (doutorado) - USP - ESCOLA POLITECNICA, Universidade de São Paulo, São Paulo .

GAVIDIA, J., de ANDRADE, L. e DUTRA, I. **Sistemas tutores inteligentes** Trabalho de conclusão da disciplina Inteligência Artificial do Programa de Pós-Graduação da COPPE – Sistemas. Universidade Federal do Rio de Janeiro , 2003.

GEE, P. J. W. **What Video Games Have to Teach Us About Learning and Literacy.** USA. -Palgrave Macmillian, 2004.

HA, I., YOON, Y. and CHOI, M. Determinants of adoption of mobile games under mobile broadband wireless access environment. **Information & Management**, 2007, pp. 276--286.

HARRIS, W. **Como tudo Funciona: O Método Científico.** 2008. Disponível em <<http://science.howstuffworks.com/scientific-method.htm>>. Acesso em: 10 de out. de 2008.

HUIZINGA, J. **Homo Ludens: o jogo como elemento da cultura.** São Paulo: Perspectiva, 2008. Tradução João Paulo Monteiro.

HULSHOF, C. **Discovery of Ideas and Ideas about Discovery.** 2001.

JACKSON, S. **Generic universal roleplaying system: módulo básico.** São Paulo: Devir , 1994.

JOHNSON, S. **Everything bad is good for You: How Today's Popular Culture is Actually Making Us Smarter.** Ed.itora: Riverhead Books, 2005.

JUNIOR, D. **Uma ferramenta computacional inteligente que potencializa a ação docente em módulos de ensino de engenharia em cursos online.** Dissertação (mestrado) - 2006.

KOLODNER, J. L. **case-based reasoaning.** Editora: Morgan Kauffman Publishers, 1993.

LANGLEY, P. **Scientific Discovery: Computational explorations of the creative processes.** Editora: MIT Press, 1992.

LEDESMA, L., PÉREZ, A., BORRAJO, D. and LAITA, L. A computational approach to George Boole's discovery of mathematical logic. **Artificial intelligence**, 1997, pp. 281-307.

LENAT, D. **The role of heuristics in learning by discovery**: Three case studies, Machine Learning: An Artificial Intelligence Approach, 1983, pp. 243-306.

LENAT, D. Theory formation by heuristic search. **Artificial intelligence** (21:1), 1983, pp. 31-59.

LOINAZ, M. and UPV, S. Sistemas Inteligentes en el ámbito de la Educacion. **Inteligencia Artificial** - Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial , 2001, pp. 5-12.

The Programming Language Lua, Disponível em: <http://www.lua.org>. Acesso em: 22 de fev. 2007.

MCGRAW, G. and HOGLUND, G. **Online games and security**. IEEE Security & Privacy (5:5), 2007, pp. 76-79.

MCQUIGGAN, S. and LESTER, J. **Diagnosing self-efficacy in intelligent tutoring systems: An empirical study**. Lecture Notes in Computer Science, 2006, pp. 565.

MENEGOTTO, A. AND MIERLO, F. A Linguagem Ruby. 2002. Disponível em: <<http://www.inf.unisinos.br/~barbosa/linguagens/consipro2/ruby/ruby.pdf>>. Acesso em 21 jul. 2009.

MENESES, L. J. S. A. **Formalização da interação colaborativa no âmbito do SIANALCO**. 2001. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

MOITA, F. **Games, contexto cultural e curricular juvenil**. 2006. Tese (doutorado) - Universidade Federal da Paraíba.

MORETTO, V. P. **Construtivismo**: a produção do conhecimento em sala. 4ª edição, Rio de Janeiro: DP&A, 2003.

MORRISON, K. J. H. & R. G. **The cambridge handbook of thinking and reasoning**. Cambridge University Press, 2005.

NETO, A. C. A. P. **Um Modelo Híbrido Baseado em Ontologias e RBC Para a Concepção de um Ambiente de Descoberta que Proporcione a Aprendizagem de Conceitos na Formação de Teorias por Intermédio da Metáfora de Contos Infantis**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Alagoas, 2006.

NÓBREGA, G. M. **Especificação formal de um sistema de apoio à descoberta**. 1999. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande. 1999.

OLIVEIRA, V. B. , Vozes, E., (eds.) **Jogos de Regras e a Resolução de Problemas**, 2007.

P.C.N. **Parâmetros Curriculares Nacionais - Ciências Naturais**. Secretaria da Educação Fundamental, Brasília, MEC/SEF, 1998.

PARAGUAÇU, F. **Vygotsky: un environnement d'apprentissage social pour la programmation fondé sur la collaboration entre agents d'aide à la conception par cas**. 1997. Tese (doutorado) - LIRMM, Université de Sciences et Techniques du Languedoc - Montpellier II, Montpellier. (França).

PIERCE, C. S. **Semiótica**. São Paulo: Editora Perspectiva, 1977

POPPER, K. **A lógica da pesquisa científica**. São Paulo: Editora Cultrix, 2007.

RIESBECK, C. e SCHANK, R. **Inside Case-Based Reasoning**. Lawrence Erlbaum Associates, 1989.

RILEY, D. **The NPD group reports annual 2005**. video game industry retail sales," NPD Group, 2006.

RODRIGUES, M. F. d. S. **Proposta de uma framework para desenvolvimento de sistemas tutores Inteligentes**. 2007.

SCHANK, R. **Tell me a story: narrative and Inteligence**. Northwestern University Press, 1998.

SKINNER, B. Teaching Machines. **Science** (129), 1958, pp. 969-977.

STODDART, T., ABRAMS, R., GASPER, E. and CANADAY, D. Concept maps as assessment in science inquiry learning - a report of methodology. **International Journal Of Science Education** 2000, pp. 1221-1246.

TAVARES, R. Cyborgs de carne e software: avatares e consciência nos jogos e nas redes. **Derivas**: cartografias do ciberespaço, 2004, pp. 211.

TAROUCO, L., ROLAND, L., FABRE, M. e KONRATH, M. Jogos educacionais. **Revista Novas Tecnologias na Educação** (2:1), 2004.

VALENTE, L. **GUFF, Um Sistema Para Desenvolvimento de Jogos**. Dissertação (mestrado). Universidade Federal Fluminense, 2005.

VYGOTSKY, L., CAMARGO, J. e NETO, J. **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1996.

WATSON, I. **Applyng Case-Based Reasoning: tecniques for entreprise systems**. **Morgan kauffman publishers**, 1997.

ZUCHI, I. **O desenvolvimento de um protótipo de sistema especialista baseado em técnicas de RPG para o Ensino de Matemática**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, 2000.

Anexo A

O MÉTODO CIENTÍFICO

A **Ciência** é o conhecimento ou um sistema de conhecimentos que abrange verdades gerais ou a operação de leis gerais especialmente obtidas e testadas através do método científico.

As etapas para um método científico se sintetizam pela observação de um dado objeto ou situação. A partir daí é feita uma pergunta referente à situação, onde é feita a tentativa de resposta por meio de uma hipótese. Então é conduzida uma experiência, que dependendo do dado gerado, promoverá a aceitação ou negação desta hipótese. Se a hipótese for negada, poderá ser feita uma nova hipótese para a resolução do problema.

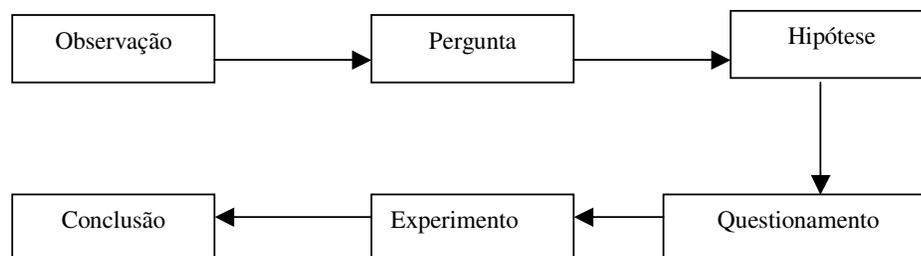


figura a.1 : O Método Científico.

A pergunta tem a função de refinar o foco, identificando o problema de forma específica.

O próximo passo é a sugestão de uma resposta, dada na forma de uma hipótese, seguindo o modelo do “se...então”. Esta forma caracteriza o Raciocínio Dedutivo. Este, ao contrário do Indutivo, promove a movimentação do mais geral para algo mais específico. Já o chamado Raciocínio Indutivo demonstra a

capacidade de derivar algo mais geral através de uma observação específica.

Uma hipótese segue por duas condições: Na primeira é passível um teste, através de um experimento que vai indicar sua validade. Na segunda situação, a hipótese é questionada, e assim será desenvolvido um experimento demonstrando que a proposição não procede.

Uma experiência deve ser controlada de forma a manipular as suas variáveis, e testar a validade da hipótese. Caso o experimento não seja positivo, deve-se voltar e reformular a hipótese, e assim fazer um novo experimento, até que ocorra uma conclusão satisfatória.

QUESTIONÁRIO DE PRÉ-AVALIAÇÃO

Nome: _____
 E-mail: _____
 Instituição: _____
 Data: __/__/__

1 – Qual a sua idade?

anos

2 – Qual a sua formação? Qual a sua área de atuação?

Ensino Fundamental

Ensino Médio

técnico em (se for o caso): _____

Graduação

área: _____

Especialização

área: _____

Mestrado

área: _____

Doutorado

área: _____

3 – Qual a sua experiência com microcomputadores? Qual seu nível de conhecimento nesta área?

Muito Boa

Razoável

Pouca

Nenhuma

4 – Qual a sua experiência com jogos eletrônicos? Qual seu nível de conhecimento nesta área?

Muito Boa

Razoável

Pouca

Nenhuma

5 - Qual a sua experiência com a abordagem do raciocínio científico? Qual seu nível de conhecimento nesta área?

Muito Boa

Razoável

Pouca

Nenhuma

6 – De acordo com o texto, você compreendeu o conceito de raciocínio indutivo e dedutivo?

Muito Bem

Razoável

Pouco

Não Entendi

7 – Você compreendeu que, para caracterizar uma pesquisa sob o método científico, deve-se executar uma série de passos (observação, pergunta, hipótese, questionamento, experimento e conclusão)?

Muito Bem

Razoável

Pouco

Não Entendi

QUESTIONÁRIO DE PÓS-AVALIAÇÃO

Nome: _____
 E-mail: _____
 Instituição: _____
 Data: __/__/__

1 – Em uma escala de 1 a 10, pontue os itens:

Pontos de Avaliação	Nunca					Sempre				
Você achou fácil jogar?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Você achou o jogo divertido?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
O jogo foi demorado?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A seqüência do jogo foi satisfatória?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
O conteúdo foi claro?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tecnicamente o jogo pareceu adequado?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
O jogo tomou sua atenção?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

2 – Você observou se o jogo tentava mostrar algum problema?

Sim Não

Explique:

3 – Foram mostradas sugestões (hipóteses) para a resolução do problema?

Sim Não

Explique:

4 – Foi questionada sua sugestão?

Sim Não

Explique:

5 – Você conseguiu mostrar se sua sugestão foi válida (realizou experimento)?

Sim Não

Explique:

6 – Após a execução do jogo ficou mais fácil a interpretação do conceito do que é o Método Científico?

Sim Não

Explique:

7 – Você saberia explicar os passos para a resolução do problema?

Completamente Sim, com alguma ajuda Com muita dificuldade

Não consigo

(preenchimento obrigatório)

8 – Cite três pontos que você tenha gostado no jogo.

9 – Cite três pontos que você não tenha gostado no jogo.

(preenchimento desejável)

10 – Você teria sugestões para melhorar o jogo no que se refere ao assunto abordado?

11 - Você teria sugestões para melhorar o jogo no que se refere à sua interface?

12 – Espaço para outros comentários:
