

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS  
INSTITUTO DE COMPUTAÇÃO  
PROGRAMA MULTIDISCIPLINAR DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
MODELAGEM COMPUTACIONAL DE CONHECIMENTO

Dissertação de Mestrado

**UM MODELO DE EXPLICAÇÃO BASEADO EM CASOS  
PARA JOGOS COLABORATIVOS**

Marcelo Machado Cunha

Maceió  
2010

Marcelo Machado Cunha

**UM MODELO DE EXPLICAÇÃO BASEADO EM CASOS  
PARA JOGOS COLABORATIVOS**

Dissertação apresentada como requisito parcial para  
obtenção do grau de mestre em Modelagem  
Computacional de Conhecimento na Universidade  
Federal de Alagoas.

Orientador: Dr. Fábio Paraguaçu Duarte da Costa

Maceió  
2010

**Catálogo na fonte**  
**Universidade Federal de Alagoas**  
**Biblioteca Central**  
**Divisão de Tratamento Técnico**  
**Bibliotecária Responsável: Helena Cristina Pimentel do Vale**

C972u Cunha, Marcelo Machado.  
Um modelo de explicação baseado em casos para jogos colaborativos / Marcelo Machado Cunha, 2010.  
136 f. : il.

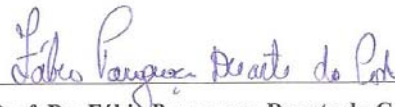
Orientador: Fábio Paraguaçu Duarte da Costa.  
Dissertação (mestrado em Modelagem Computacional de Conhecimento) –  
Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Computação. Maceió, 2010.

Bibliografia: f. 124-133.  
Anexos: f. 134-136.

1. Jogos eletrônicos. 2. Tecnologia educacional. 3. Ambiente interativo de aprendizagem . I. Título.

CDU: 004.4:37

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

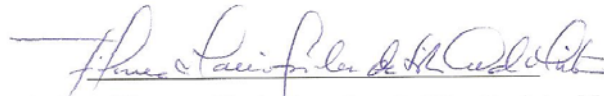
Orientador



**Profa. Dra. Roberta Vilhena Vieira Lopes**

UFAL – Instituto de Computação

Examinadora



**Profa. Dra. Filomena Maria Gonçalves da Silva Cordeiro Moita**

UEPB – Coordenadoria Institucional de Projetos Especiais

Examinadora

Maceió, março de 2010.

*A meus pais, minha esposa,  
e minha filha Maria Gabriela.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus pela graça concedida de viver em saúde e paz, pela família que me concedeu e pelos amigos que colocou no meu caminho.

Aos meus Pais e irmãs, por acompanharem e torcerem por esse importante passo da minha vida profissional.

A minha esposa Simone, maior motivadora deste meu desafio, pela capacidade de me ajudar a construir meu desenvolvimento pessoal e profissional.

A minha filha Maria Gabriela, pelo carinho que traz a nossa família, passando alegria e forças para vencer os desafios.

Ao meu caríssimo orientador prof. Fábio Paraguaçu, pela dedicação, paciência, sempre disposto a ouvir e ajudar.

Ao amigo Christiano, pelo apoio dado no desenvolvimento do protótipo.

Aos meus amigos do mestrado: Angela, Robério, Kleber, Tarsis, Rosangela, por sempre estarem dispostos a colaborar.

Aos professores Domingos Sávio e Elenilton Domingues pela confiança depositada nas cartas de recomendação.

Ao amigo de infância Boanerger, por ter me recebido em Maceió com carinho e sempre pronto a ajudar.

Ao amigo Justino, que gentilmente me ajudou com sua revisão.

Enfim, agradeço a todos aqueles que contribuíram para a execução deste trabalho, reconheço calorosamente o apoio.

## RESUMO

Com o advento da tecnologia, os jogos eletrônicos com fins educacionais se tornaram mais uma opção de recurso a serem utilizados pelos educadores no processo de ensino, sendo um excelente recurso para a criação, desenvolvimento e prática do conhecimento, facilitando o processo de aprendizagem e ainda sendo prazerosos, interessantes e desafiantes. Com o surgimento da inteligência artificial, especificamente, a técnica de raciocínio baseado em casos é possível recuperar informações que poderão ser utilizadas para atingir os objetivos da aprendizagem, principalmente se forem trabalhadas de forma colaborativa, já que conforme os pensamentos Vygotskyano o indivíduo adquire conhecimento através da internalização durante a aprendizagem. Este trabalho propõe apresentar uma arquitetura para desenvolvimento de jogos eletrônicos com fins educacionais que desenvolva o processo de explicação de conteúdos, utilizando a técnica de raciocínio baseado em casos, e que vise a colaboração entre os jogadores. Com o intuito de validar a arquitetura proposta foi desenvolvido um jogo eletrônico intitulado de Vida Marinha, que visa ensinar crianças conhecimentos referente aos seres marinhos de forma divertida e colaborativa, utilizando-se de recursos como imagens, vídeos, sons e mapas conceituais presentes no jogo. O seu desenvolvimento foi utilizando a tecnologia Flash, não exigindo assim uma estrutura sofisticada para sua implantação, possibilitando ser utilizado em diferentes espaços de aprendizagem, tornando-o uma ferramenta interessante de apoio à explicação de conteúdos no meio educacional.

**Palavras Chave:** Jogos eletrônicos, Tecnologia educacional, Ambiente interativo de aprendizagem.

## **ABSTRACT**

With the advent of the technology, the electronic games with educational objectives had become a valuable resource to be used for educators in the teaching and learning process, being an excellent tool for the creation, practice and development of knowledge, facilitating the pleasant, interesting and challenging process of learning. With the artificial intelligence, specifically, the technique of case-based reasoning, is possible to index information that could be used to reach the objectives of the learning, specially, when working collaboratively, since Vygotsky says that the student acquires knowledge through internalizing the learning. This work presents architecture for development of electronic games with educational proposal, based on the process of explanation of contents, using the technique of case-based reasoning, and that promotes the collaboration between players. To validate the architecture proposal, an electronic game named Sea Life was developed, that aims teaching children the marine life-beings using collaborative and entertainment tools, images, videos, sounds and conceptual maps. Its development uses Flash technology, thus not demanding a sophisticated structure for its implementation, making possible to be used in different spaces of learning, becoming it an interesting tool of support the explanation of contents in the educational environment.

**Keywords:** Games, Educational technology, Interactive learning environment.



## SUMÁRIO

1 Introdução .....	13
1.1 Justificativa .....	14
1.2 Problemática .....	15
1.3 Objetivo .....	16
1.4 Hipóteses .....	16
1.5 Organização do trabalho .....	16
2 Evolução dos ambientes de aprendizagem mediados por computador .....	18
2.1 Ambientes tradicionais de aprendizagem por computador .....	18
2.2 Ambientes interativos de aprendizagem por computador .....	20
2.2.1 Tutores inteligentes .....	21
2.2.1.1 Módulo do domínio .....	22
2.2.1.2 Módulo do aluno .....	23
2.2.1.3 Módulo pedagógico .....	24
2.2.1.4 Interface .....	24
2.2.1.5 Controle .....	24
2.2.1.6 Limitações dos sistemas de tutores inteligentes .....	25
2.2.2 Ambientes de descoberta .....	25
2.2.3 Ambientes de aprendizagem social .....	28
3 Jogos eletrônicos e os modelos de explicação científica .....	30
3.1 Jogos eletrônicos .....	30
3.2 Classificação dos jogos .....	33
3.2.1 Jogos de ação .....	33
3.2.2 Jogos de aventura .....	34
3.2.3 Jogos lógicos .....	34
3.2.4 Jogos estratégicos .....	34
3.2.5 <i>Role Playing Game</i> (RPG) .....	34
3.3 Aprendizado através de jogos eletrônicos .....	35
3.4 Aprendizagem colaborativa e jogos eletrônicos .....	36
3.5 O processo de explicação de conteúdos .....	38
3.5.1 Lógica dedutiva e lógica indutiva .....	40
3.5.2 Modelo dedutivo-nomológico .....	41
3.5.3 Modelo indutivo-estatístico .....	43
3.5.4 Modelo dedutivo-estatístico .....	44
3.5.5 Modelo de raciocínio baseado em casos .....	45
3.5.5.1 Ciclo de vida do modelo de raciocínio baseado em casos .....	47
3.5.6 Modelo causal .....	50
3.5.7 Comparações entre os modelos .....	51
4 Arquitetura .....	55
4.1 Módulo de explicação .....	57
4.1.1 Base de casos .....	57
4.1.2 Algoritmo de obtenção de casos .....	58
4.1.3 Armazenamento de casos e criação de índices .....	59
4.1.4 Geração de mapas conceituais .....	59
4.2 Motor do jogo .....	60
4.3 Interface do jogador .....	61
4.3.1 Formar equipe .....	62
4.3.2 Jogar partida .....	62
4.3.3 Recuperar casos .....	63

4.3.4 Armazenar novo caso.....	63
4.3.5 Recuperar mapa conceitual.....	64
4.3.6 Conversação .....	64
4.4 Interface do professor .....	64
4.4.1 Monitorar partida .....	65
4.4.2 Consultar diálogos.....	65
4.4.3 Recuperar casos .....	66
4.4.4 Armazenar novo caso.....	66
4.4.5 Armazenar novo enigma .....	66
4.4.6 Conversação .....	67
4.5 Módulo de armazenamento de mensagens .....	67
4.6 Módulo de enigmas .....	67
4.7 O processo de explicação de conteúdos no jogo .....	68
5 Contribuição dos textos, imagens, recursos audiovisuais, mapas conceituais e jogos eletrônicos no processo de explicação de conteúdos.....	74
5.1 Aprendizagem através de textos .....	74
5.2 Aprendizagem através de imagens .....	76
5.3 Aprendizagem através de recursos audiovisuais (vídeos e sons).....	78
5.4 Aprendizagem através de mapas conceituais .....	81
5.5 Aprendizagem através de jogos eletrônicos.....	84
6 Protótipo .....	86
6.1 O protótipo “Vida Marinha” .....	86
6.2 Aspectos tecnológicos do protótipo.....	100
6.2.1 SmartFoxServer .....	101
6.2.2 Plataforma Flash .....	101
6.2.3 PHP .....	103
6.2.4 Banco de dados MySQL.....	104
7 O Experimento .....	105
7.1 Metodologia aplicada .....	105
7.2 Tarefas executadas .....	107
7.2.1 Aplicação do questionário 1 .....	107
7.2.2 Utilização do protótipo .....	110
7.2.3 Aplicação do questionário 2 .....	112
7.3 Discussão dos resultados.....	118
Conclusão .....	121
Trabalhos futuros .....	123
Referências bibliográficas .....	124
Anexos .....	134

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Arquitetura Clássica de um STI.....	22
Figura 2: Arquitetura de um AIAC de descoberta.....	26
Figura 3: Ferramenta Cabri Géomètre .....	27
Figura 4: Estrutura de um Ambiente de Aprendizagem Social .....	29
Figura 5: Ciclo de Vida do Raciocínio Baseado em Casos .....	48
Figura 6: Arquitetura de explicação baseada em casos em um jogo colaborativo .....	55
Figura 7: Rede de Petri do biólogo.....	69
Figura 8: Rede de Petri do operador de radar.....	71
Figura 9: Rede de Petri da utilização do mapa conceitual montado Dinamicamente .....	72
Figura 10: Concepção geral do processo de aprendizagem modelado em redes de petri colorida .....	73
Figura 11: Tela inicial do jogo.....	87
Figura 12: Tela de logon .....	88
Figura 13: Tela de posicionamento do submarino.....	88
Figura 14: Tela de embarque .....	89
Figura 15: Papel do mergulhador .....	89
Figura 16: Papel do biólogo.....	89
Figura 17: Papel de operador de radar .....	89
Figura 18: Tela do operador de radar.....	90
Figura 19: Tela do mergulhador aguardando mensagem do operador de radar.....	91
Figura 20: Tela do mergulhador no fundo do mar .....	91
Figura 21: Tela do biólogo aguardando fotografia do mergulhador.....	92
Figura 22: Tela do biólogo de posse da imagem fotografada .....	92
Figura 23: Tela para recuperação dos animais similares .....	93
Figura 24: Resultado da pesquisa da recuperação dos animais similares.....	94
Figura 25: Tela contendo informações de um animal.....	94
Figura 26: Tela de armazenar novos casos .....	95
Figura 27: Tela do professor visitando um submarino.....	96
Figura 28: Tela de inserção de novos enigmas.....	97
Figura 29: Mapa com um animal .....	98
Figura 30: Mapa com mais animais.....	98
Figura 31: Mapa com diversos animais e características.....	98
Figura 32: Tela contendo informações de um elemento do mapa.....	99
Figura 33: Alunos da Escola 1.....	111
Figura 34: Alunos da Escola 2.....	111

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Escola 1 - Você costuma jogar jogos eletrônicos? .....	108
Gráfico 2: Escola 2 - Você costuma jogar jogos eletrônicos? .....	108
Gráfico 3: Escola 1 - O que você acha da utilização de jogos eletrônicos com fins educacionais como ferramenta a ser utilizada em sala de aula pelos professores? .....	109
Gráfico 4: Escola 2 – O que você acha da utilização de jogos eletrônicos com fins educacionais como ferramenta a ser utilizada em sala de aula pelos professores? .....	109
Gráfico 5: Escola 1 – Avaliação do nível de conhecimento, referente aos conteúdos de ciências, apresentado pelos alunos antes de utilizar o jogo .....	110
Gráfico 6: Escola 2 – Avaliação do nível de conhecimento, referente aos conteúdos de ciências, apresentado pelos alunos antes de utilizar o jogo .....	110
Gráfico 7: Escola 1 – Você achou o jogo fácil de jogar? .....	113
Gráfico 8: Escola 2 – Você achou o jogo fácil de jogar? .....	113
Gráfico 9: Escola 1 e 2 – Você achou o jogo divertido? .....	114
Gráfico 10: Escola 1- Os conteúdos que estavam no jogo foram apresentados de forma clara? .....	114
Gráfico 11: Escola 2- Os conteúdos que estavam no jogo foram apresentados de forma clara? .....	115
Gráfico 12: Escola 1 – Após a utilização do jogo ficou mais fácil a compreensão dos conteúdos abordados pelo jogo? .....	115
Gráfico 13: Escola 2 – Após a utilização do jogo ficou mais fácil a compreensão dos conteúdos abordados pelo jogo? .....	115
Gráfico 14: Escola 1 – O que você achou da utilização desse jogo eletrônico como ferramenta a ser utilizada nas aulas de ciências? .....	116
Gráfico 15: Escola 2 – O que você achou da utilização desse jogo eletrônico como ferramenta a ser utilizada nas aulas de ciências? .....	117
Gráfico 16: Escola 1 e 2 – Você gostaria de usar mais jogos em sala de aula? .....	117
Gráfico 17: Escola 1 – Reavaliação do nível de conhecimento dos alunos, referente aos conteúdos de ciências, após a utilização do jogo .....	118
Gráfico 18: Escola 2 – Reavaliação do nível de conhecimento dos alunos, referente aos conteúdos de ciências, após a utilização do jogo .....	118

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Estrutura para explicação no modelo dedutivo-nomológico .....	42
Quadro 2: Comparações entre os modelos de explicação científica.....	52
Quadro 3: Lugares da Rede de Petri do biólogo .....	69
Quadro 4: Transições da Rede de Petri do biólogo.....	69
Quadro 5: Lugares da Rede de Petri do operador de radar .....	71
Quadro 6: Transições da Rede de Petri do operador de radar.....	71
Quadro 7: Lugares da Rede de Petri da utilização do mapa conceitual .....	72
Quadro 8: Transições da Rede de Petri da utilização do mapa conceitual .....	72
Quadro 9: Lugares da Rede de Petri Colorida do processo de aprendizagem.....	73
Quadro 10: Transições da Rede de Petri Colorida do processo de aprendizagem.....	73

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AIAC: Ambientes Interativos de aprendizagem por computador  
ATAC: Ambientes tradicionais de aprendizagem por computador  
IAC: Instrução assistida por computador  
IACI: Instrução assistida por computador inteligente  
STI: Sistemas de tutores inteligentes  
IA: Inteligência Artificial  
RPG: *Role Playing Game*  
D-N: Dedutivo Nomológico  
D-N-P: Dedutivo Nomológico Estatístico  
RBC: Raciocínio Baseado em Casos  
CPU: *Central Processing Unit*

## 1 Introdução

Por um longo tempo, os jogos foram associados a atividades de entretenimento, limitados apenas a recreação. Hoje com as diversas tecnologias vigentes podem ser utilizados com diversos intuitos, inclusive o de ensinar.

Apesar de atualmente ainda serem vistos com ceticismos por pais e educadores, são elementos completamente integrados ao cotidiano dos alunos e importantes de serem utilizados no processo educacional, com o intuito de contribuir como ferramenta de apoio ao ensino, tornando-se um recurso rico a ser utilizado em sala de aula.

É através dos jogos que o ato de ensinar e aprender ganha novo suporte, capaz de favorecer a reflexão do aluno, viabilizando a sua interação ativa com determinados conteúdos (OLIVEIRA *et. al.*, 2001). É por meio destes que muitos jovens não só aprendem novos conceitos, como também se interessam em aprendê-los. A idéia de um ensino despertado pelo interesse do aluno acabou transformando o sentido que se tinha sobre as formas de ensinar, dando ênfase a ferramentas que propiciem o intercâmbio de informações, seja através de interações com a ferramenta ou até mesmo com outros colegas.

Criar um jogo direcionado para o ensino de um determinado conteúdo, não é apenas fornecer conteúdos, mas também facilitar as experiências e desenvolver competências nos alunos. Experiências estas que podem ser desenvolvidas de forma individual ou em grupo.

A idéia de estimular os alunos a aprenderem em grupo tem sido enfatizada nos últimos anos e nesse aspecto os jogos digitais podem contribuir muito, em virtude das atuais técnicas de desenvolvimento de *software* permitir o desenvolvimento de jogos eletrônicos com grandes capacidades de interação, imersão e atração visual, o que desperta interesse nos usuários em geral e conseqüentemente motivação no aprendizado.

## 1.1. Justificativa

Nos últimos anos tem havido um enorme investimento nas mudanças do modelo educacional, o que levou a grandes esforços de modificação nas tecnologias de ensino. Essas mudanças obrigam a repensar o processo de ensinar, dando ênfase à apresentação de conteúdos de leitura fácil, concisos e atrativos, recorrendo à interatividade através de imagens, vídeos e sons (LIMA; CAPITÃO, 2003).

Pesquisas revelam que a geração atual de adolescentes e crianças tem gasto mais tempo semanal com jogos do que estudando (RIBEIRO *et al.*, 2006), sendo assim, um momento oportuno para utilizar os jogos como ferramenta educacional no auxílio a explicação de conteúdos, pois estes já fazem parte do cotidiano dos alunos e "... do ponto de vista da criança, constituem a maneira mais divertida de aprender" (VALENTE, 1993, p. 6).

Os jogos oferecem ainda algo que cada vez mais é reconhecidamente importante em pesquisas sobre aprendizagem: colaboração e compartilhamento de idéias e estratégias (ARNSETH, 2006). A colaboração é um fator essencial para uma aprendizagem eficaz, já que é através dela que os alunos constroem o conhecimento de forma conjunta, através da troca de informações, melhorando o aprendizado. Dessa forma, o processo de explicação não fica na responsabilidade de uma única pessoa, pois todos participam da construção desse conhecimento.

Nesse sentido, a tecnologia da informação, mais precisamente a área de jogos vem colaborar com as tecnologias didático-pedagógicas permitindo a possibilidade da convergência da educação e da ludicidade. Onde, através dos jogos o ato de ensinar e aprender ganha novo suporte, capaz de favorecer a reflexão do aluno, viabilizando a sua interação ativa com determinados conteúdos. Assim, com o surgimento e a utilização cada vez mais frequente das novas tecnologias na educação, o grande desafio é criar ferramentas que possibilitem efetivamente enriquecer o processo de aprendizagem, principalmente de forma colaborativa.

Por exercerem um papel importante na formação e educação dos jovens e constituírem uma maneira mais divertida de aprender, os atuais jogos *multi-player* se tornaram uma ferramenta valiosa no processo de aprendizagem, principalmente no



aspecto colaborativo e de apoio a explicação de conteúdos. É através desses aspectos que esse trabalho trata de apresentar uma arquitetura para desenvolvimento de jogos eletrônicos colaborativos de apoio a explicação de conteúdos.

Os jogos eletrônicos contribuem com o processo educacional por se tratar de uma ferramenta de auxílio ao aprendizado que aumenta as chances dos alunos de reter o que está sendo ensinado e resgata o seu interesse pelo processo de aprendizagem. Além disso, torna o aprendizado mais próximo do seu dia-a-dia, facilitando a visualização dos conteúdos e aumentando o acesso à informação, já que esta será gerada não só de uma única forma, mas através do jogo, da interação com os colegas e o professor.

Pelo fato dos jogos eletrônicos já trabalharem com diversos recursos ao mesmo tempo (vídeos, sons, imagens) possibilitando assim representações diferentes em um mesmo contexto, facilitando para o aluno a compreensão dos assuntos principalmente aqueles mais complexos e de difícil entendimento é que ele se caracteriza como uma boa ferramenta para o professor desenvolver suas aulas.

## **1.2 Problemática**

Apesar dos jogos eletrônicos já fazerem parte do cotidiano de jovens e crianças, segundo Battaiola (2000) há uma estimativa de que menos de 20% dos jogos disponíveis no mercado tem algum enfoque educacional e geralmente abordam apenas questões como rapidez de raciocínio e reflexo.

Um dos grandes desafios para criação de jogos com fins educacionais é fundir o conteúdo educacional com a jogabilidade, engajando de forma significativa os aprendizes nos conteúdos referentes ao ensino com o enredo do jogo de forma criativa (CLUA; BITTENCOURT, 2004). Os jogos com fins educacionais são normalmente não atrativos, por não criarem uma sensação de imersão ao jogador, tratando-o como um estudante, por possuir uma forte abordagem educacional e serem pouco lúdicos (JENSON; CASTEL, 2002). Normalmente não possuem enredos atraentes, apresentando ao jogador enigmas sem nenhuma ligação, tornando o jogo desinteressante (CLUA; BITTENCOURT, 2004).

O propósito da criação de jogos para utilização na área educacional é a criação de jogos que possam oferecer para o aprendiz um ambiente que propicie a imersão onde os usuários queiram estar, explorar e aprender da mesma forma que os aprendizes fazem nos jogos comerciais (JENSON; CASTEL, 2002).

Criar um jogo direcionado para o ensino de uma determinada matéria, não é apenas fornecer conteúdos, mas também facilitar as experiências e desenvolver as competências dos alunos. Dessa forma, como promover o desenvolvimento de um modelo computacional que possa ser usado no processo de explicação de conteúdos usando jogos eletrônicos, em uma situação que privilegie a colaboração entre os jogadores.

### **1.3 Objetivo**

O objetivo principal desse trabalho é propor um modelo computacional de explicação baseado em casos no contexto de um jogo colaborativo.

### **1.4 Hipóteses**

Esse trabalho, após a aplicação do modelo proposto, visa verificar as seguintes hipóteses:

- O processo de explicação no contexto do jogo melhora a aprendizagem;
- A utilização de explicação em jogos aumenta o interesse do estudante pelo processo de aprendizagem;

### **1.5 Organização do Trabalho**

Esta dissertação está organizada em oito capítulos. O primeiro introduz o trabalho, apresenta-se justificativa, problemática, objetivo e hipóteses.

O segundo capítulo é dedicado ao estudo dos ambientes interativos de aprendizagem com o objetivo de contextualizar o foco da pesquisa.

O capítulo 3 aborda fundamentos teóricos sobre o entrelaçamento entre os jogos eletrônicos e a educação, os pontos positivos da sua utilização e classificação conforme os benefícios gerados. Discuti ainda o processo de aprendizagem através

da utilização de jogos eletrônicos, bem como os estudos pertinentes sobre a aprendizagem colaborativa apoiada por computador. Em seguida são debatidos aspectos relativos ao processo de explicação de conteúdos, os modelos de explicação científica, a comparação entre estes modelos e a escolha do modelo mais apropriado para utilização em jogos eletrônicos com fins educacionais.

O quarto capítulo apresenta uma arquitetura para o desenvolvimento de jogos colaborativos capazes de promover explicação de conteúdos, onde são descritos a estrutura do modelo e o funcionamento de cada módulo. Apresentando ainda, através do formalismo de redes de petri, como ocorre a explicação conforme a arquitetura proposta.

No quinto capítulo são demonstradas as contribuições geradas através da utilização de textos, imagens, recursos audiovisuais, mapas conceituais e jogos eletrônicos, especificamente no processo de explicação de conteúdos para o processo de aprendizagem.

O capítulo seis trata do desenvolvimento do protótipo, apresentando em detalhes o jogo “Vida Marinha”, descreve suas características, sua jogabilidade, com o intuito de demonstrar as funcionalidades do modelo proposto, bem como os aspectos tecnológicos utilizados para o seu desenvolvimento.

O sétimo capítulo apresenta os resultados obtidos com a aplicação do protótipo em duas escolas públicas da cidade de Aracaju.

No último capítulo, apresenta-se a conclusão deste trabalho e sugestões de trabalhos futuros.

## **2 Evolução dos ambientes de aprendizagem mediados por computador**

A idéia de empregar o computador no suporte a atividades em educação e treinamento não é algo novo, podemos dizer que a criação de sistemas computacionais com fins educacionais tem acompanhado a própria história e evolução dos computadores. Com isso, pouco tempo depois da construção e uso do computador surgiram os ambientes computacionais destinados a tais atividades, sendo estes apoiados a propostas pedagógicas das mais variadas.

Conforme Lollini (1991 apud SILVA, 2000), o processo de informatização da sociedade brasileira é irreversível e a escola que não se informatizar, pode deixar de ser compreendida pelas novas gerações. A informática hoje é uma área concretizada dentro da educação, não podendo mais se falar em qualidade de educação e métodos de ensino sem se referir ao uso do computador como ferramenta de auxílio a este processo (FERREIRA; PALAZZO, 2003).

Os ambientes computacionais de aprendizagem estão divididos em duas correntes: Ambientes Tradicionais de Aprendizagem por Computador (ATAC) e Ambientes Interativos de Aprendizagem por Computador (AIAC) (GIRAFFA, 1999). Na primeira o computador é visto como uma “máquina de ensinar”, onde se caracteriza pela existência de uma sequência pré-definida de atividades que guiem o aluno na aprendizagem rumo a um objetivo. Já na segunda, como uma “ferramenta de aprender”, onde se caracteriza pela exploração de atividades que propiciem o desenvolvimento de habilidades por meio da solução de problemas (PESSÔA NETO, 2006).

### **2.1 Ambientes tradicionais de aprendizagem por computador**

Os Ambientes Tradicionais de Aprendizagem por Computador (ATAC), também conhecidos como Instrução Assistida por Computador (IAC), surgiram nos anos 60 inspirados no método de instrução programada, fundados nas teorias behavioristas de estímulo-resposta proposta por Skinner.

Partem do pressuposto que a informação é a unidade fundamental no ensino e, portanto, preocupa-se com a maneira de como adquirir, armazenar, representar e principalmente transmitir a informação (BARANAUSKAS *et al.*, 1999).

A proposta é organizar o material a ser ensinado em partes logicamente encadeadas, chamados módulos, que devem ser apresentados de forma sequencial e gradual (VALENTE, 1993). Isso se traduz numa situação na qual o sistema apresenta um determinado material que foi selecionado, organizado, armazenado e apresentado ao estudante de forma bastante rígida, visando conduzi-lo a um dado comportamento (COSTA; BITTENCOURT, 2006). Normalmente, ao final de cada módulo, o aluno era submetido a questões cujas respostas, casos não correspondessem ao especificado no *software*, o impediam de continuar, tendo que rever o módulo atual (VALENTE, 1993).

O que ocorria de fato era apenas uma nova forma de veiculação de conteúdo, ao invés do material impresso, meros simuladores do livro tradicional, visto que não apresentavam capacidade de adaptação ao perfil do aluno, como por exemplo: conhecimento prévio do aprendiz, estilo e capacidade de aprendizagem, ou seja, todos os estudantes recebiam a mesma unidade de ensino, da mesma forma e sequência, impondo uma postura de atuação passiva ao aluno e controle da interação por parte do sistema. Esse tipo de sistema está baseado no modelo instrucionista de aprendizagem (BARANAUSKAS *et al.*, 1999).

Esse modelo não requer qualquer ação por parte do aluno, no qual apenas se limitam a ler textos e responderem a perguntas, permanecendo o ensino tradicional através do computador (SILVA, 2000).

Daí, as principais características desse modelo são o fato de que a informação e a forma de ensino adotada são sempre rígidas, pré-estabelecidas, não adaptáveis ao aluno e determinadas a priori pelo autor. De acordo com Valente (1993) o computador como máquina de ensinar é caracterizado como uma versão computadorizada dos métodos tradicionais de ensino. Tendo como vantagem sua facilidade de implementação, com isso, é utilizado ainda hoje (PARAGUAÇU, 1997).

Segundo Paraguaçu (1997), suas limitações estão associadas ao fato de:

- Ver a aprendizagem como um processo externo aos aprendizes;
- Estar focalizado no conhecimento declarativo;
- Limitar a autonomia do aprendiz, impondo-lhes um ritmo que não considera as suas características individuais;
- Limitar a interação, pois o aprendiz é obrigado a seguir “passos” já determinados, impossibilitando-o de interagir ou dialogar com o sistema.

## **2.2 Ambientes interativos de aprendizagem por computador**

Os Ambientes Interativos de Aprendizagem por Computador (AIAC), ou Instrução Assistida por Computador Inteligente (IACI), surgiram com a inserção da inteligência artificial com o intuito de melhorar a qualidade e eficiência dos ambientes tradicional de aprendizagem por computador, criando novos ambientes de aprendizagem que se adaptam melhor as necessidades pessoais de cada usuário.

Segundo as teorias de Piaget a construção do conhecimento está centrada no indivíduo, que deve construir seu conhecimento através das relações com o meio (MENESES, 2001). Assim, os ambientes de aprendizagem devem favorecer a descoberta por parte do estudante e não determinar uma sequência de ações a serem realizadas como nos ambientes tradicionais de aprendizagem.

De acordo com Giraffa (1999, p. 29), “Os sistemas ICAI foram projetados como uma tentativa de fazer com que o programa educacional deixe de ser um mero virador de páginas eletrônico e se torne um elemento mais ativo no processo de ensino-aprendizagem.”

A idéia desse novo modelo não é mais simplesmente ensinar de modo mais rápido e com menor custo, em vez disso desenvolver um processo de mudança dos métodos de ensino e aprendizagem, embasado na proposta construcionista (BARANAUSKAS *et al.*, 1999).

No modelo construcionista um software deve oferecer um ambiente interativo que proporcione ao educando a investigação, a liberdade de iniciativa, o controle, o levantamento de hipóteses, o teste e o refinamento de suas idéias iniciais, de modo que o aprendiz construa seu próprio conhecimento (PAPERT, 1994).

Agora, o controle da interação está nas mãos do aprendiz ou entre ele e o sistema (BARANAUSKAS *et al.*, 1999). O software educacional interativo torna os estudantes aptos a desenvolverem habilidades por intermédio de diversos níveis e estilos de aprendizagem (EVANS; GIBBONS, 2007).

O objetivo é encorajar o estudante a tomar a iniciativa, e o aprendizado não é entendido como uma mera aquisição de conhecimento, mas como uma evolução à expertise, na qual componentes como planejamento, descrição, execução e reflexão são partes do ciclo interativo do aprender. A idéia desse modelo é o “aprender fazendo e refletindo” (BARANAUSKAS *et al.*, 1999, p. 46).

Ramirez –Velarde *et al.* (2007) aponta as seguintes vantagens que os AIAC tem sobre as mídias tradicionais (ATAC): melhor visualização, melhor navegação, aumento da interação e sobrecarga cognitiva reduzida.

Segundo Paraguaçu (1997), os AIAC são classificados conforme os critérios de controle que o sistema tem sobre o aprendiz e estão divididos em três categorias: Tutores Inteligentes, Ambientes de Descoberta e Ambientes de Aprendizagem Social os quais serão detalhados nas seções a seguir.

### **2.2.1 Tutores inteligentes**

Os Sistemas Tutores Inteligentes (STI) são programas de computador com propósitos educacionais que incorporam técnicas de Inteligência Artificial (IA), surgidos na década de 70 com o intuito de aumentar a interatividade com o aprendiz, procurando oferecer a ele um tratamento individualizado (COSTA; BITTENCOURT, 2006).

A proposta de utilização de STI na educação é de aumentar o grau de aprendizado do aluno através de técnicas cognitivas e simulação do pensamento humano (FERREIRA; PALAZZO, 2003).

Os modelos produzidos utilizando IA possuem potencial para representar um grande meio de comunicação de conhecimento, porque apresentam uma capacidade dinâmica de modelagem cognitiva, facilitando as decisões educacionais à medida que o estudante utiliza o sistema (FERREIRA; PALAZZO, 2003)

O objetivo principal é simular as funções pedagógicas de um professor ideal (PARAGUAÇU, 1997), proporcionando um ensino dinamicamente adaptável ao aluno, as suas preferências, ao seu ritmo de aprendizagem e, especialmente ao seu nível de conhecimento (PESSÔA NETO, 2006).

Este tipo de ambiente deve ter conhecimento sobre o domínio com o qual esta lidando e das estratégias pedagógicas. Explicando ao aluno o motivo pelo qual ele deve seguir esta ou aquela direção, tendo por base o seu desempenho na utilização do sistema (FISCHETTI; GISOLFI, 1990).

A arquitetura clássica de um STI é determinada por quatro módulos abordados na figura a seguir.

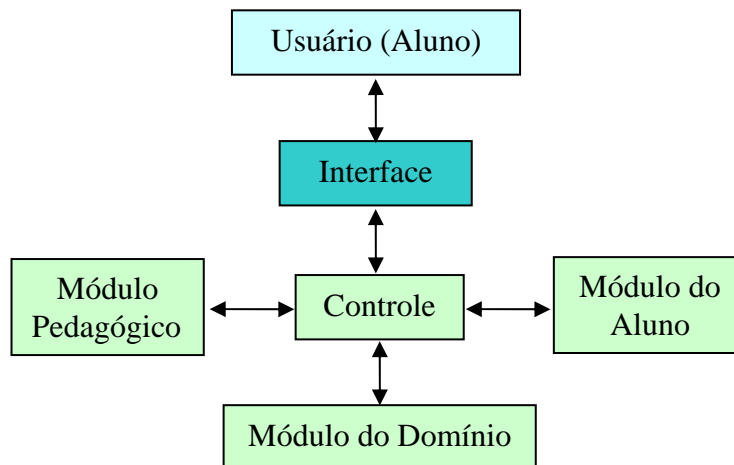


Figura 1: Arquitetura Clássica de um STI (Adaptado de Giraffa, 1999)

As seções a seguir abordam as características específicas de cada um dos módulos.

### 2.2.1.1 Módulo do domínio

É o módulo que contém o conhecimento a ser transmitido ao estudante. Sua função básica é servir como fonte de conhecimento do assunto a ser transmitido e referência para que o sistema possa avaliar o desempenho do estudante. Possui a capacidade de propor tarefas e questões a serem realizadas, gerar explicações, responder dúvidas, reconhecer soluções incorretas e apresentar respostas ao estudante.



É geralmente, considerado o componente central de qualquer STI. Incorpora a maior parte da “inteligência” do sistema na forma do conhecimento necessário para solucionar problemas do domínio (CONCEIÇÃO; GONÇALVES, 2004).

### **2.2.1.2 Módulo do aluno**

Módulo onde são armazenadas informações sobre o aluno, sua compreensão do assunto, estratégia de ensino preferida, erros cometidos no processo de aprendizagem e o nível em que o aluno se encontra com relação a um conhecimento específico (SILVA, 2000). Estas informações são coletadas pelo sistema durante a interação do estudante com o tutor e são utilizadas para conduzir o tipo de tarefa mais adequada conforme as necessidades do estudante (BARANAUSKAS *et al.*, 1999), podendo determinar a cada momento, o estado cognitivo do mesmo (o que ele entendeu, o que não entendeu ou o que entendeu de forma errada). Esse conhecimento ajudará o módulo pedagógico na escolha da estratégia de ensino mais adequada para este aluno em particular (COSTA; BITTENCOURT, 2006).

O módulo de domínio e o módulo do aluno devem estar fundamentados na mesma teoria cognitiva, pelo fato que a avaliação de desempenho do aluno está baseada na comparação entre esses dois módulos (MENESES, 2001). As duas principais maneiras de modelar o aprendiz com relação ao conhecimento do domínio são:

- Modelo de Superposição (overlay model). Considera o conhecimento do aprendiz como um subconjunto da base de conhecimento do sistema tutor (GIRAFFA, 1999), assumindo que os erros ou comportamentos irregulares por parte do aluno são sempre devidos à ausência de alguma informação presente na base do domínio (CASAS, 1999).
- Modelo de Perturbação (bug model). Assume que os erros do aluno são decorrentes da concepção errônea de algum conceito ou ausência dele (GIRAFFA, 1999). É utilizado para representar as concepções corretas e incorretas do aluno.

Segundo Brandão *et al.* (2001) o modelo do aluno possui funções como: diagnosticar e eliminar os erros existentes no conhecimento do aluno, completar seu

conhecimento, promover mudanças significativas nas estratégias de ensino, determinar as prováveis respostas do aluno, as ações do tutor e avaliar o aluno e o tutor.

#### **2.2.1.3 Módulo pedagógico**

Responsável pelos métodos e técnicas didáticas utilizadas no processo da comunicação do conhecimento. Fazendo uma análise dos conhecimentos do aluno, em seguida, propondo as melhores estratégias de ensino e formas de apresentação do conteúdo (FERREIRA; PALAZZO, 2003).

As necessidades de aprendizado do aluno são diagnosticadas pelo módulo pedagógico com base nas informações do módulo do aluno e o módulo do domínio (BRANDÃO *et al.*, 2001), gerando uma sequência de atividades pedagógicas capazes de apresentar com sucesso determinados tópicos ao estudante.

#### **2.2.1.4 Interface**

É responsável pela comunicação entre o aprendiz e os diferentes módulos do sistema. Sua função básica é traduzir a representação interna do sistema numa linguagem que seja compreensível e estimulante ao estudante.

Muitos princípios baseados em teorias cognitivas tem sido propostos para projetos de interface como resultado de pesquisas na área da interação homem-máquina. A meta destas pesquisas é que o usuário não necessite se adaptar à *interface* do sistema e sim a interface ser projetada para que seja intuitiva, tornando o aprendizado natural para o usuário.

Segundo Baranauskas (1999) alguns aspectos importantes na *interface* de Tutores Inteligentes são: ser de fácil uso, apresentar dados em diversos formatos e representações, ser interativa e propiciar rapidez nas respostas.

#### **2.2.1.5 Controle**

Funciona como um articulador e coordenador dos demais módulos a fim de garantir um sincronismo adequado entre todas as partes, de forma transparente para o usuário (GIRAFFA, 1999).

### **2.2.1.6 Limitações dos sistemas de tutores inteligentes**

As dificuldades que os STI apresentam durante a sua implementação são (PARAGUAÇU, 1997):

- A concepção de aprendizagem que fundamenta estes sistemas, pois não levam em consideração o contexto sócio-histórico em que o aprendiz está inserido;
- Extrair informações suficientes dos especialistas humanos para definir o módulo pedagógico e o módulo do domínio;
- Tomar a iniciativa por parte do aprendiz, devido o sistema controlar tudo;
- Reutilizar modelos genéricos quando aplicados a domínios específicos;

### **2.2.2 Ambientes de descoberta**

Ambientes de Aprendizagem por Descoberta (Discovery Learning Environments), também denominados Ambientes de Aprendizagem por Investigação (Inquiry Learning Environments): nesse tipo de ambiente o aprendiz decide livremente o caminho que deve seguir, através das suas próprias ações, devendo estruturar seu próprio conhecimento. O controle da aprendizagem fica por parte do aprendiz e não do sistema, podendo o aluno decidir o que deve fazer a cada momento (MENESES, 2001). Nesse tipo de ambiente o aprendiz deve se envolver no processo de aprendizagem, estabelecendo metas e métodos que ajudem a alcançar essas metas.

Assim, a principal característica desse modelo é o descobrimento, ou seja, o conteúdo da tarefa que está sendo estudada não será apresentado, e sim exigido que o aprendiz faça sua descoberta e incorpore-a a sua estrutura cognitiva, a fim de descobrir novos conceitos, relações ou hipóteses.

Nesse tipo de ambiente, o envolvimento do aprendiz levará ao entendimento do assunto a ser estudado, exigindo dele uma aprendizagem ativa, requerendo explorações e descobertas efetivas para o alcance de uma verdadeira compreensão. As relações que o aprendiz descobre a partir das suas próprias explorações são mais prováveis de serem utilizadas futuramente do que as meramente memorizadas (VASCONCELOS *et al.*, 2003). Bruner (1961 apud VASCONCELOS *et al.*, 2003)

alega que a aquisição do conhecimento é menos importante do que a aquisição da capacidade para descobrir o conhecimento de forma autônoma, e que os estudantes estão mais propensos a lembrar os conceitos descobertos por eles próprios do que os que são transmitidos a eles.

A arquitetura básica de um ambiente de descoberta é constituída por dois módulos:

- Módulo do domínio: organiza o conhecimento (conteúdo) 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;

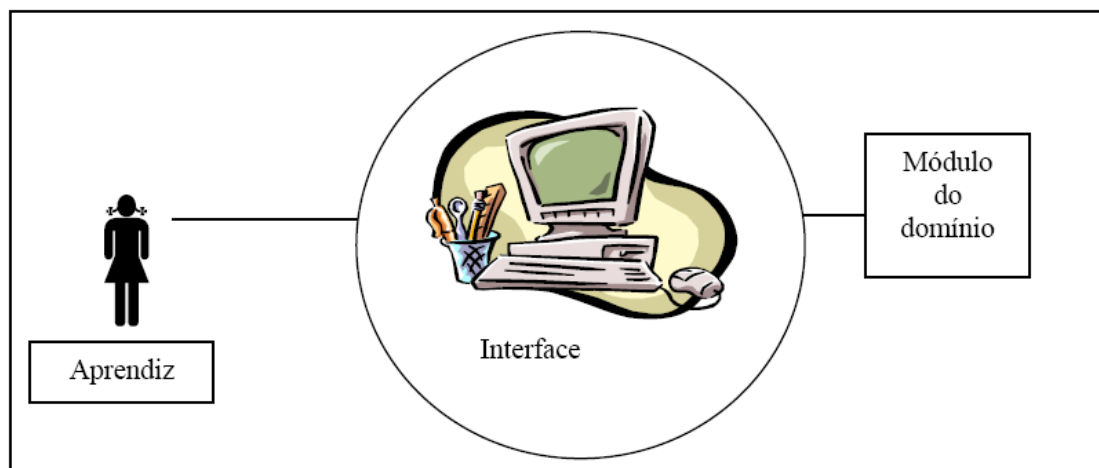


Figura 2: Arquitetura de um AIAC de descoberta (MENESES, 2001)

O aprendiz através da interação com a interface aprende o conteúdo do domínio que está sendo apresentado. A interpretação dessas informações, bem como a decisão sobre a próxima ação a ser tomada, depende exclusivamente do aprendiz.

Um ambiente de descoberta bastante conhecido é o micromundo Logo, nesse ambiente, encontra-se disponível, dentre outros recursos, uma tartaruga que é controlada pelo aprendiz através da manipulação de uma linguagem de programação inerente ao ambiente. É com essa tartaruga que o estudante interage de forma ativa para realizar atividades de desenhos de figuras geométricas.

Outro exemplo é o Cabri Géomètre, bastante consolidado e adotado, inclusive em instituições no Brasil, trata-se de um ambiente desenvolvido na Universidade de Grenoble na França (COSTA; BITTENCOURT, 2006). A palavra Cabri é abreviatura de Cahier de Brouillon Interactif (Caderno de rascunho interativo). Tem como objetivo servir de ferramenta de aprendizagem em geometria, podendo o aluno criar e explorar figuras geométricas de forma interativa através da construção de pontos, retas, triângulos, polígonos, círculos e outros objetos.

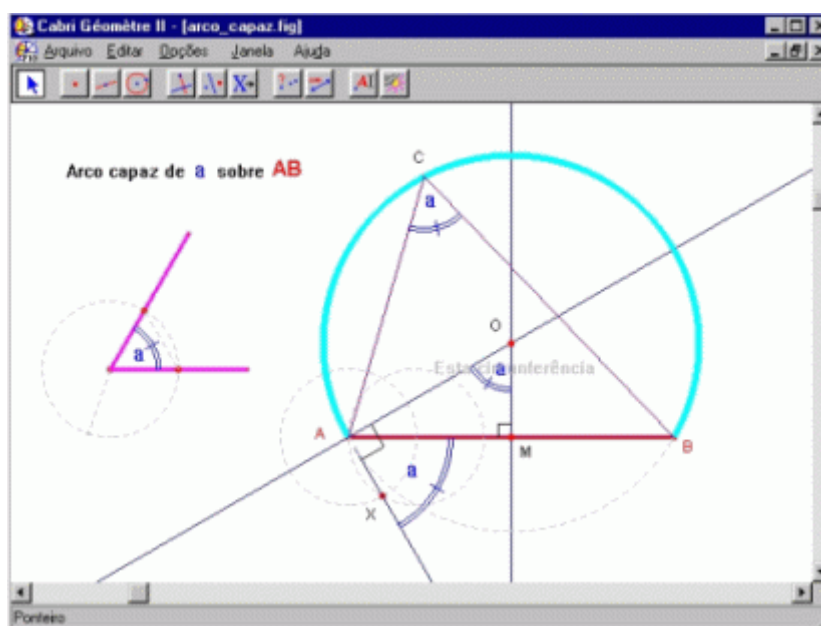


Figura 3: Ferramenta Cabri Géomètre

Não podendo deixar de falar dos ambientes de programação, que também se enquadram como ambientes de descoberta, já que o aprendiz é livre para propor e resolver qualquer questão que tenha interesse, não existindo uma sequência predefinida de ações para os problemas a serem resolvidos.

Uma das linguagens de programação bastante utilizada com objetivos educacionais é a linguagem Logo, mencionada anteriormente no micromundo Logo. Além desta, outras linguagens de programação são usadas com esse objetivo, como por exemplo, o Pascal bastante utilizado nas universidades para trabalhar conceitos básicos de linguagem de programação (BARANAUSKAS *et al.*, 1999).

O valor educacional da programação está no fato de que um programa representa descrições escritas de um processo de pensamento, o qual pode ser examinado, discutido e testado.

As principais limitações desse modelo é a ausência mínima de orientação, o que pode colocar o aprendiz em um caminho divergente, e por ser um processo difícil e demorado. Em compensação, tem como vantagem, uma aprendizagem mais baseada na compreensão e no significado, do que na memorização (VASCONCELOS *et al.*, 2003).

### **2.2.3 Ambientes de aprendizagem social**

São ambientes de aprendizagem que utilizam técnicas de Inteligência Artificial no seu projeto e desenvolvimento. Caracterizam-se por considerar mais de um aluno ou mais de um tutor trabalhando no mesmo ambiente. São também conhecidos como Sistemas Tutores Cooperativos ou Ambientes Interativos Inteligentes de Aprendizagem. Combinam aspectos das modalidades de Sistemas Tutores Inteligentes (STI) e Micromundos (Ambientes de Descoberta) (GIRAFFA, 1999).

Esses ambientes são caracterizados pela presença de agentes (humanos ou artificiais) que realizam atividades de comunicação social, ou seja, cooperação, competição ou colaboração, e esses ambientes sofrem influências de todos os participantes através da interação que se produz entre eles (CHAN, 1996).

Segundo Paraguaçu (1997), é um ambiente interativo de aprendizagem por computador onde vários agentes com vários papéis estão envolvidos em uma sequência de atividades sociais educativas.

Surgiu por volta da década de 90, em função de um movimento a favor de modelos computacionais de apoio a aprendizagem, fundamentados na noção de cooperação. É uma evolução dos STI tradicionais, onde o conhecimento pode estar distribuído entre vários tutores, criando maiores oportunidades de variar técnicas pedagógicas.

Nesse tipo de ambiente o aluno (agente humano) aprende com o auxílio de outro aluno (agente humano ou artificial) a solucionar problemas que surgem durante a interação com o ambiente, permitindo também o agente artificial aprender com o aluno. (GIRAFFA, 1999).

Nesses ambientes o processo de aprendizagem é simulado por um conjunto de agentes (humanos ou artificiais), visando uma interação entre eles para permitir a observação de mudanças dinâmicas ocorridas durante o processo de interação (CASAS, 1999).

Segundo Meneses (2001), os ambientes de aprendizagem Social (AAS) possuem a seguinte estrutura:

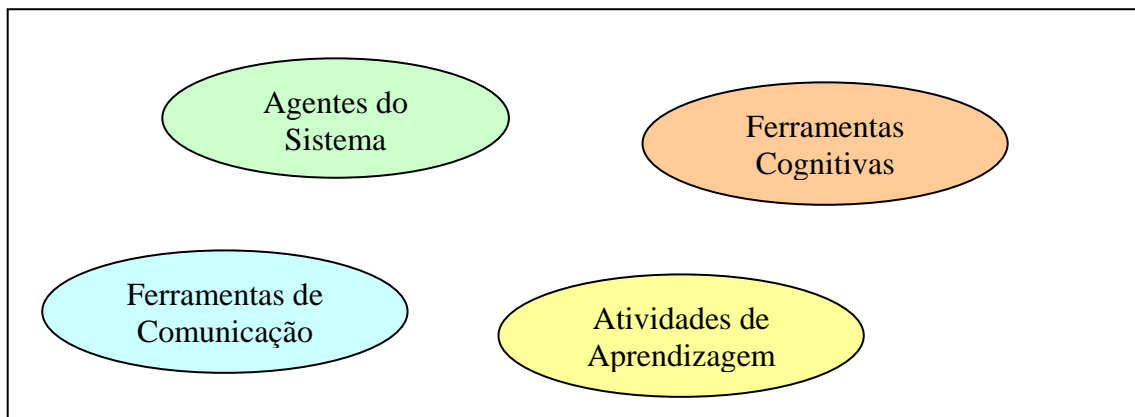


Figura 4: Estrutura de um Ambiente de Aprendizagem Social (MENESES, 2001)

- Agentes do Sistema: é o conjunto de agentes (professor humano, professor artificial, aluno humano) que fazem parte do sistema;
- Ferramentas Cognitivas: conjunto de ferramentas utilizadas para colaboração, realização de tarefas e comunicação;
- Ferramentas de Comunicação: é a interface de comunicação entre os agentes do sistema (humanos ou artificiais). Por exemplo: textos, imagens, vídeos;
- Atividades de Aprendizagem: é o conjunto de atividades que acontecem entre os agentes e os aprendizes;

## 3 Jogos eletrônicos e os modelos de explicação científica

### 3.1 Jogos eletrônicos

A presença dos jogos na história da humanidade tem início com a própria evolução do homem, antes até de serem estabelecidas normas e regras de convivência, as quais os sujeitos se adaptavam ou propunham outros encaminhamentos que atendessem as suas demandas. (ALVES, 2005, p. 17).

De um modo geral, os jogos fazem parte da nossa vida estando presentes não só na infância, mas em diversos momentos. As pesquisas na área de tecnologias educacionais atravessam um período em que a diversidade tecnológica se destaca. Em especial, o uso da informática na educação revela um imenso campo de possibilidades, sendo possível destacar um campo específico: o dos jogos digitais.

O ensino ministrado nas escolas deve acompanhar as tendências e o avanço da tecnologia e é corriqueiro perceber o interesse crescente dos jovens pela informática, jogos e internet, por exemplo, e a desmotivação pelas cadeiras escolares tradicionais. Segundo Lopes (2005), os métodos tradicionais de ensino estão cada vez menos atraentes, visto que os indivíduos são mais questionadores, participativos e portanto, desejam atuar no processo de ensino-aprendizagem. É por essa razão que a escola deve implantar em seu sistema pedagógico novas didáticas como forma de estímulo, facilitando e tornando prazerosa a aprendizagem.

A pedagogia por traz dos jogos educacionais [...] é a de exploração autodirigida ao invés da instrução explícita e direta. Os proponentes desta filosofia de ensino defendem a idéia de que a criança aprende melhor quando ela é livre para descobrir relações por ela mesma, ao invés de ser explicitamente ensinada. (VALENTE, 1993, p. 6)

O ato de jogar, especialmente na infância, cumpre funções importantes no desenvolvimento psicológico, social e intelectual; é uma atividade voluntária, intrinsecamente motivadora (RIEBER, 1996). Geramos motivação intrínseca quando conseguimos fazer com que o aluno tenha vontade de aprender algo por si só. É quando ele satisfaz essa necessidade, aprendendo o que deseja e essa ação gera prazer e ao mesmo tempo serve como recompensa criando uma nova motivação para aprender mais.



Fortuna (2003) ressalta que as características lúdicas dos jogos fazem forte oposição à sala de aula convencional, centrada na atividade dirigida do ensino e na perspectiva do conhecimento do professor como ponto de partida para o ensino. Para o autor, as práticas pedagógicas atuais utilizam poucos jogos ou são propostos em raros momentos, sempre acompanhados de algum objetivo pedagógico implícito, impedindo os processos de ensinar e aprender por intermédio do brincar, do jogo, do aspecto lúdico e do prazer.

Para criança, aprender brincando é muito mais valioso, pois brincar faz parte de seu mundo e desenvolvimento. Segundo Teles (1999) a brincadeira se coloca num patamar importantíssimo para a felicidade e realização da criança, é brincando que ela explora o mundo, constrói o seu saber, aprende a respeitar o outro, desenvolve o sentimento de grupo, ativa a imaginação e se auto-realiza.

A utilização de jogos educacionais no processo de ensino-aprendizagem pode ser de grande valia, desde que permitam a diversão, sejam atraentes, cativantes, motivadores, despertem a curiosidade e a vontade de aprender. Se desenvolvidos com essas características facilitam o aprendizado e aumentam a capacidade de retenção do que foi ensinado, exercitando as funções mentais e intelectuais do jogador (TAROUCO *et al.*, 2004). Nesse sentido, são capazes de contribuir para o “processo de resgate do interesse do aprendiz, numa tentativa de melhorar sua vinculação afetiva com as situações de aprendizagem” (TAROUCO; CUNHA, 2006, p. 07).

Tezani (2004, p. 4), retrata que o uso de jogos proporciona “ambientes desafiadores, capazes de ‘estimular o intelecto’ proporcionando a conquista de estágios mais elevados de raciocínio”. “Isto quer dizer que o pensamento conceitual é uma conquista que depende não somente do esforço individual mas principalmente do contexto em que o indivíduo se insere, que define, aliás, seu ‘ponto de chegada’” (Rego, 2000, p. 79 apud TEZANI, 2004, p. 4).

Os jogos exploram a tomada de decisão do indivíduo, assumindo uma postura ativa, possibilitando a formação de um sujeito crítico, aprimorando a sua capacidade de resolver problemas (TAROUCO; CUNHA, 2006).

De acordo com Rieder *et al.* (2005), os jogos com fins educacionais exploram atividades lúdicas que possuem objetivos pedagógicos especializados para o desenvolvimento do raciocínio e o aprendizado. Em geral, eles contêm elementos lúdicos e motivadores e apresentam diferentes tipos de desafios, que ao serem resolvidos estimulam várias funções cognitivas básicas, tais como atenção, concentração e memória.

Estes jogos melhoram a motivação, as funções cognitivas, a curiosidade, cativam a atenção do jogador e oferecem a possibilidade de explorar fenômenos e testar hipóteses (CLUA; BITTENCOURT, 2004). A sua contribuição para o processo de ensino vai além do ensino de conteúdos de forma lúdica, o brincar desenvolve a imaginação, a criatividade e aprofunda a compreensão da realidade (GRUBEL; BEZ, 2006).

Caso seja desenvolvido não enfocando esses aspectos, os jogos perdem seu caráter prazeroso e tornam-se semelhantes às tradicionais aulas com textos didáticos usando quadro negro e giz.

Atualmente, as técnicas de desenvolvimento de software permitem a indústria de jogos desenvolverem ambientes lúdicos com grandes capacidades de interação, imersão e atração visual, o que desperta interesse nos usuários em geral e conseqüentemente motivação no aprendizado.

Hoje em dia, os jogos eletrônicos encontram-se em diversas plataformas, não se limitando aos computadores pessoais, estando presente nos mais variados dispositivos móveis, o que aumenta consideravelmente o seu acesso. Podem ser jogados individualmente, contra o computador, contra outra pessoa face-a-face ou até mesmo *on-line* (CUNHA *et al.*, 2009b).

O mercado mundial de jogos eletrônicos se tornou a maior indústria de entretenimento moderno, movimentando um faturamento superior ao da indústria do cinema (PINTO; FERREIRA, 2005), tornando-se um elemento comum no cotidiano de jovens e crianças. No entanto, apesar do grande avanço na área de jogos, muitos deles ainda não se mostraram eficazes diante das possibilidades educativas. Segundo Battaiola (2000), há uma estimativa de que menos de 20% dos jogos

disponíveis tem algum enfoque educacional e geralmente abordam apenas questões como rapidez de raciocínio e reflexo.

Pesquisas revelam que a geração atual de adolescentes e crianças tem gasto mais tempo semanal com jogos do que estudando (RIBEIRO *et al.*, 2006). Estima-se que existe mais de 10 mil *Lan Houses* abertas no Brasil, sendo que em alguns bairros das grandes cidades é tão comum encontrar estes estabelecimentos, como encontrar uma padaria ou uma farmácia. O número de títulos de revistas sobre jogos nas bancas de jornal é superior a qualquer outro tema específico e o número de sites dedicados ao assunto é incontável.

Sendo assim, os professores poderiam aproveitar esse momento em que os jogos eletrônicos estão tão presentes na vida dos educandos e utilizá-los como ferramenta educacional. Segundo Reis Junior *et al.* (2002), a maioria dos usuários dos jogos encontra-se na faixa etária entre 16 e 25 anos, ou seja, cada vez mais os jogos têm sido utilizados e desenvolvidos para os públicos jovem e adulto e este potencial pode e deve ser aproveitado no desenvolvimento dos jogos com fins educacionais.

## **3.2 Classificação dos jogos**

Independente dos jogos serem de uso educacional ou não, eles estão presentes na vida do ser humano desde a sua infância, existindo várias categorias de jogos onde podemos destacar: jogos de ação, jogos de aventura, jogos lógicos, jogos estratégicos e *role playing game*.

### **3.2.1 Jogos de ação**

Auxiliam o desenvolvimento psicomotor de um indivíduo, desenvolvendo reflexos, coordenação e auxilia no processo de pensamento rápido frente a uma situação inesperada. Dentro do âmbito educacional o ideal é que possa treinar as atividades cognitivas, alternando-as com habilidades motoras (TAROUÇO *et al.*, 2004). Um exemplo seria o jogo FIFA, um dos mais famosos jogos de futebol. Neste tipo de jogo, para se obter êxito que é fazer o gol, dependerá diretamente da integração das habilidades motoras e cognitivas, devido às condições mudarem constantemente em função da bola e dos jogadores, e para cada contexto o jogador

deve buscar decidir corretamente que movimento realizar, além de executá-lo com perfeição.

### **3.2.2 Jogos de aventura**

Nesta categoria o jogador deve possuir um alto controle do personagem do jogo em relação ao ambiente que será descoberto. Pedagogicamente, pode auxiliar em alguma atividade que dificilmente será integrada dentro da sala de aula (TAROUCO *et al.*, 2004), por exemplo: um desastre ecológico, uma viagem ao centro da terra - Journey to the Centre of the Earth da Mayfair Games.

### **3.2.3 Jogos lógicos**

Exigem muito mais da mente que dos reflexos. Nesta categoria inclui-se o xadrez, jogo de damas, caça-palavras, palavras-cruzadas e jogos que incluem resoluções matemática (TAROUCO *et al.*, 2004). Esses jogos são muito bons para serem utilizados na área educacional, pois melhora a concentração, raciocínio lógico e estratégico, velocidade de raciocínio, percepção visual e espacial, tomada de decisões e planejamento.

### **3.2.4 Jogos estratégicos**

Focam no conhecimento e habilidades para solução de problemas, principalmente no que se refere a construção e administração de algo. Normalmente esses tipos de jogos apresentam uma simulação na qual o usuário deverá colocar em prática seus conhecimentos para solução do problema, por exemplo: administrar uma tropa na conquista de territórios em uma guerra (Age of Empires), administrar uma cidade (SimCity) (TAROUCO *et al.*, 2004). O SimCity por exemplo, costuma ser utilizado em cursos de Administração de Empresas, para que o aluno desenvolva competências na área de gestão de recursos.

### **3.2.5 Role Playing Game (RPG)**

Neste tipo de jogo, o jogador assume o controle de um personagem em um determinado ambiente, permitindo uma interação direta entre os personagens que constroem dinamicamente uma história, oferecendo um ambiente cativante e motivador (TAROUCO *et al.*, 2004). Segundo Riyis (2004), o RPG é uma atividade

de socialização e incentiva a cooperação, a interatividade, a leitura e a imaginação, o que o configura como uma prática que pode trazer uma série de benefícios para a sala de aula. Para Phillips (1993), alunos que costumam criar suas aventuras e/ou cenários tendem a se tornar melhores escritores e pensadores, pois o processo de elaboração de histórias e ambientações requer lógica, criatividade e muita pesquisa. Um dos RPGs do momento é o Second Life da empresa Linden Lab.

### **3.3 Aprendizado através de jogos eletrônicos**

Os jogos de computador são considerados bastante eficazes quando construídos para ensinar determinada competência ou conhecimento (GRIFFITHS, 2002). São considerados excelentes veículos para explicitação de conteúdos e atividades práticas, bem como aumentar a percepção e o desenvolvimento de atividades relacionadas com a resolução de problemas, validação de estratégias e obtenção de respostas inteligentes (ABRANTES; GOUVEIA, 2007).

Em um levantamento realizado, constatou-se que os jogos eletrônicos desenvolvem uma série de habilidades: (AGUILERA; MÉNDIZ, 2003)

- A leitura. É essencial que os jogos promovam a leitura, mesmo que seja uma leitura relacionada ao jogo. A facilidade pelo gosto da leitura ocorre pelo fato de estar envolvido e relacionar o conteúdo ao que está sendo visto. Os textos devem ser apresentados de forma clara, concisos e essencialmente atrativos. Exemplo: Senhor dos Anéis (RPG).

- Pensamento lógico. Ajuda no pensamento sobre como resolver problemas, propor estratégias para atingir o objetivo e antecipar resultados.

- Observação. Habilidade muito usada durante os jogos devido a grande quantidade de elementos existentes, exigindo que o jogador seja capaz de observá-los tendo que conhecer as características de cada um.

- Espaço ou localização. Capacidade de desenvolver o conhecimento referente à cartografia, geomorfologia, clima, hidrografia, vegetação, utilização de mapas e bússolas. O jogador precisará guiar seu personagem no decorrer do jogo. Muito comum em jogos de estratégia.

- Resolução de Problemas e tomada de decisões. Permitem ao jogador se posicionar em função de um determinado problema, muito comum em jogos de estratégia.
- Planejamento estratégico. Este aspecto está relacionado a resolução de problemas, onde o jogador deve preparar estratégias para que façam com que consiga atingir o seu objetivo, envolvendo um alto nível de atividade mental.

Além das habilidades já citadas, são desenvolvidas outras que também são importantes para o jogador, como: habilidade motora, curiosidade, iniciativa e autoconfiança, proporcionando o desenvolvimento da linguagem, do pensamento e da concentração (BATISTA *et al.*, 2008). Auxiliam a crianças, habilidades sociais como: respeito, solidariedade, cooperação, obediência e responsabilidade (RIZZI, 1994 apud BATISTA *et al.*, 2008). Sendo ainda, uma ferramenta interessante para a área educacional por oferecer as seguintes vantagens: facilitam o aprendizado, aumentam a capacidade de retenção do que foi ensinado, resgatam o interesse do aprendiz, aprimoram sua capacidade de resolver problemas, possibilitam a formação de um sujeito crítico e exercita as relações e interações com colegas (colaboração).

Sendo esta última, a colaboração, um fator importante no processo educacional, pois

[...] para as correntes do construtivismo social, o conhecimento resulta de um processo de exploração, experimentação, discussão e reflexão colaborativa realizado não só de forma ativa pelo dependente, mas também no grupo ou comunidade de aprendizagem (MOITA; SILVA, 2007, p. 46).

Assim, com o surgimento e a utilização cada vez mais freqüente das novas tecnologias na educação, o grande desafio é criar ferramentas que possibilitem efetivamente enriquecer o processo de aprendizagem, principalmente de forma colaborativa.

### **3.4 Aprendizagem colaborativa e jogos eletrônicos**

O objetivo da aprendizagem colaborativa é apoiar o ensino num propósito educacional específico através de uma atividade coordenada e compartilhada, por meio das interações sociais entre os membros do grupo (DILLENBOURG, 1999). Essas interações são essenciais para realizar a aprendizagem desejada, como

resultado de uma tentativa contínua para construir e manter um ponto de vista compartilhado e acessível do problema (VYGOTSKY, 2003).

A aprendizagem colaborativa tem sido frequentemente vista como um estímulo para o desenvolvimento cognitivo, através de sua capacidade para estimular a interação social e a aprendizagem entre os membros de um grupo (FERRARIS *et al.*, 2002).

Segundo Driscoll (2004), ambientes colaborativos são mais eficazes que os baseados na aprendizagem individual, porque a colaboração impõe maior dedicação e melhor organização do trabalho.

Pesquisas realizadas por Blaye *et al.* (1990) revelam que uma criança que já trabalhou colaborativamente na tarefa de planejamento e resolução de problemas é, em média, duas vezes mais bem sucedida do que uma criança que teve a mesma quantidade de experiência trabalhando sozinha.

Objetiva-se que os ambientes de aprendizagem colaborativa sejam ricos em possibilidades e propiciem o crescimento do grupo, com base num modelo orientado ao aluno e ao grupo, provendo a participação dinâmica e definição de objetivos comuns do grupo (MOITA, 2006, p. 79).

Jogos colaborativos podem ser vistos como uma das inovações da época atual para a aprendizagem porque em suas melhores hipóteses eles tornaram possível projetar ambientes que promovam habilidades cognitivas de ordem superior a dos estudantes, as quais incluem a capacidade para dar sentido ao interpretar uma informação; formar e aplicar conceitos e princípios; produzir idéias utilizando a criatividade; e refletir sobre os propósitos e processos (HÄMÄLÄINEN *et al.*, 2006). Os autores ainda acrescentam que no futuro o alvo deveria ser o uso de *games* na aprendizagem, possibilitando assim criar uma ampla variedade de soluções pedagógicas sofisticadas que guiam os estudantes rumo a atividades de aprendizagem colaborativa e práticas de estudo onde o objetivo fosse compreendido com profundidade.

Lopes e Wilhelm (2006, p. 07) entendem que através dos jogos, o aluno passa a ter um papel

[...] totalmente ativo, pois além de construir o seu conhecimento e buscar exercitar conceitos a partir das situações simuladas, ele deve exercitar suas

relações e interações sociais tanto com os colegas de seu próprio grupo (essencialmente colaborativos) quanto no trabalho com colegas de outros grupos (que pode ser competitivo ou colaborativo)

Para Hämäläinen *et al.* (2006), os jogos são um recurso de aprendizagem altamente promissor porque em muitas partidas os *games* ensinam aos jogadores lições que podem ser aplicadas em outros aspectos de sua vida. A possibilidade de imergir e navegar nos ambientes faz dos jogos um importante instrumento para o desenvolvimento cognitivo, social e afetivo de crianças e jovens.

Os Jogos digitais são caracterizados por elementos que, quando combinados, criam novas possibilidades para o usuário, dentre esses elementos está a interação, que permite ao participante explorar elementos interconectados e observar relações de causa e efeito entre os mesmos (CRAWFORD, 1997).

A ênfase dada ao papel da interação social começou a influenciar a área de jogos em meados dos anos 90. Conforme Raija *et al.* (2005), nos últimos anos houve um crescimento dos *games* interativos, embora este aumento tenha sido mais evidente no campo do *games* de entretenimento. Ainda de acordo com o autor, recentemente, tem-se discutido sobre a possibilidade dos jogos eletrônicos colaborativos também promoverem aprendizagem. Os jogos propõem algo que cada vez mais é reconhecidamente importante em pesquisas sobre aprendizagem: colaboração e compartilhamento de idéias e estratégias (ARNSETH, 2006).

Nos dias atuais, o processo de ensino-aprendizagem exige, cada vez mais, atividades mais efetivas de exploração e descoberta, ao invés de uma sequência organizada de exercícios e prática dos tradicionais métodos de ensino. Assim, os jogos eletrônicos colaborativos constituem uma importante ferramenta no desenvolvimento de interações que delineiam os modos de aprender colaborativamente, permitindo ao aluno aprender através das explicações geradas pelo ambiente e pela interação com seus colegas jogadores. Assim, o processo de explicação poderá ser gerado não somente pelo *game*, mas também construída de forma colaborativa entre os alunos jogadores.

### **3.5 O processo de explicação de conteúdos**

Explicações são sentenças que tem como objetivo fazer com que uma determinada idéia se torne clara e compreensível (ROSCOE; CHI, 2007). É a forma



de comunicar idéias, princípios, corrigir erros e entendimentos. É meramente uma resposta a uma pergunta (SUTTON, 2005; HEGENBERG, 1973), como por exemplo: por que os objetos caem a terra quando são liberados? ; por que a terra é redonda? Entre diversas perguntas que pode-se aqui citar, uma resposta a qualquer uma dessas perguntas seria uma explicação. Diariamente, as pessoas estão gerando explicações dos fatores que ocorrem ao seu redor, sejam eles na vida diária ou na ciência.

Uma explicação envolve uma variedade de elementos tais como resumo das principais idéias, exemplos, analogias, ou qualquer artifício que possa ser utilizado como mecanismo para compartilhar uma informação (ROSCOE; CHI, 2007). Isso implica que não há uma única forma de explicar um determinado acontecimento, podemos com diferentes elementos explicá-lo de diferentes formas e focar diferentes aspectos. Por essa razão, não há explicação que seja propriamente completa.

A explicação pode ser gerada não somente pelo responsável pela divulgação do conhecimento (professor), pode ser construída de forma colaborativa entre alunos e professor, contribuindo assim com o conhecimento também do próprio instrutor (CUNHA *et al.*, 2009a).

No momento em que explicamos algo a alguma pessoa, avaliamos nossa própria compreensão do conteúdo, verificando se o seu conteúdo é coerente (faz sentido) e se possui uma seqüência lógica, permitindo assim a reorganização dos conhecimentos e correção de idéias erradas. (ROSCOE; CHI, 2007). A compreensão é algo essencialmente relativo ao sujeito, cada pessoa compreende segundo seu próprio esquema de pensamento (CUPANI; PIETROCOLA, 2002).

Para que se possa explicar algo para alguém é necessário que se consiga fazer explicação a si mesmo, para que essa informação faça sentido. Quando não conseguimos explicar algo é porque está faltando informações ou foi mal compreendido. No momento em que estamos produzindo explicações, podemos perceber falhas no entendimento do conteúdo, de forma a reorganizar o conhecimento e realizar inferências para corrigir os erros (ROSCOE; CHI, 2007). Segundo Thagard e Litt (2006), quando geramos uma explicação, utilizamos de três

etapas: fornecimento da informação, geração de novas idéias e avaliação da explicação.

Estudantes bem sucedidos ao adquirir a compreensão de um determinado conteúdo, conseguem fazer inferências entre conteúdos, explicam os relacionamentos entre as etapas e antecipam etapas futuras, o que não ocorre com os que não tiveram um bom entendimento, onde normalmente estarão focados na repetição e não conseguem interagir e explicar o seu próprio conhecimento. (ROSCOE; CHI, 2007).

O processo de explicação poderá utilizar diversos recursos que facilitem o entendimento do assunto, como textos, diagramas, imagens, sons, vídeos, onde esses recursos poderão ser utilizados de forma independente ou interligados, sendo assim, possível apresentar de diferentes maneiras a relação entre os conteúdos, complementá-los e exibir suas restrições (CUNHA *et al.*, 2009a).

A seguir, serão apresentados os modelos mais indicados de explicações científica. Conforme Sutton (2005) os modelos são: Dedutivo-Nomológico, Indutivo-Estatístico, Dedutivo-Estatístico, Raciocínio Baseado em Casos e Causal.

Para um melhor entendimento desses modelos, serão esclarecidas, de forma sucinta, as diferenças existentes entre a lógica dedutiva e a lógica indutiva.

### **3.5.1 Lógica dedutiva e lógica indutiva**

A lógica dedutiva é do tipo monotônica (uniforme, que não varia), isto é, se for apresentado argumentos dedutivamente válidos, terá uma conclusão válida. As condições para que um argumento seja válido é ter somente premissas verdadeiras e existir uma coerência entre elas.

Já a lógica indutiva analisa o grau de eficácia existente em suas premissas, existindo premissas que são mais fortes do que outras. Ela não é monotônica como a dedutiva, se acrescentarmos premissas a um argumento forte, poderemos transformá-lo em um argumento indutivamente fraco.

Assim, na lógica dedutiva, a verdade de suas premissas garante uma conclusão, diferentemente da lógica indutiva que isso não seria necessariamente verdade.

Exemplos:

1. Todos os homens são mortais. Sócrates é um homem. Logo, Sócrates é mortal.
2. O sol nasceu todas as manhãs até hoje. Logo, é provável que nasça amanhã.

Nesses dois exemplos apresentados, o primeiro é válido pela lógica dedutiva, já o segundo não. No exemplo 2, a lógica indutiva poderá ter o grau de validade do seu argumento alterado, caso sejam acrescentadas premissas do tipo: um meteoro enorme entrará hoje a noite no nosso sistema solar, onde permanecerá numa órbita estável em torno do sol, de modo que a terra ficará em sombra por um prazo indeterminado. Após a inclusão dessa premissa o argumento que era forte de acontecer, se tornou fraco. Na lógica indutiva a inclusão de premissas poderá alterar o grau de validade do argumento.

### **3.5.2 Modelo dedutivo-nomológico**

Criado por Hempel e Oppenheim em 1948, baseado nos seus estudos sobre lógica de explicação, foi o modelo mais influente de explicação nos últimos cinquenta anos (SUTTON, 2005). Esse modelo é também conhecido por outros nomes como: “modelo de leis de cobertura”, “modelo de Hempel”, “modelo Hempel-Oppenheim” e “Oppenheim-Hempel”. Muito comum ser encontrado em áreas como a lógica, física e a matemática, onde as leis indicadas como fórmulas matemáticas permitem previsões dedutivas.


Dedutivo-Nomológico (D-N), é uma visão formalizada de uma explicação científica em linguagem natural. A palavra Nomológico vem da palavra grega *νόμος* (nomos), que quer dizer lei.

Nesse modelo o processo de explicação ocorre a partir da dedução de leis e sua estrutura de explicação é definida em duas partes: a parte que deve ser explicada, que é chamada de explanandum, e a expressão explicativa chamada

explanans (PESSÔA NETO, 2006; SUTTON, 2005). Por exemplo: O paciente morreu (explanandum); O paciente tinha AIDS (explanans); A AIDS é uma doença que não tem cura e que mata diversas pessoas (explanans).

Os componentes dos explanans são as leis, ou teorias explicativas e as condições iniciais, enquanto que o fato a ser comprovado é o explanandum. Segundo o modelo, uma explicação segue a seguinte estrutura (PESSÔA NETO, 2006; SUTTON, 2005):

$C_1, C_2, \dots, C_k$ (Declarações de condições iniciais, situações particulares)	Explanans
$L_1, L_2, \dots, L_k$ (Leis gerais, situações generalizadas)	
E (Descrição do fenômeno a ser explicado)	Explanandum



Quadro 1: Estrutura para explicação no modelo dedutivo-nomológico

Nessa estrutura, o explanandum é deduzido de algumas leis de natureza gerais e de alguns fatos iniciais e/ou particulares que se relacionam com a pergunta a ser respondida. As condições iniciais (C), as leis (L), chamamos de explanans, e a conclusão (E) gerada através dos explanans, chamamos de explanandum.

Segundo esse modelo podemos explicar porque choveu essa manhã (Explanandum - E), informando as condições iniciais  $C_1, C_2$  de que havia um certo nível de umidade e que a pressão atmosférica desceu para um certo nível, e a lei  $L_1$  a descida de pressão quando há umidade há risco de chuva.

Daí, explicar um acontecimento é o mesmo que deduzi-lo a partir de condições iniciais e leis. Dadas as condições iniciais e uma lei que diz que tais condições seguem sempre a um explanandum, permite-nos inferir que o explanandum ocorre. Mas não podemos presumir que uma determinada lei possa de alguma maneira ser deduzida a partir das condições iniciais, essas leis teriam que já estar estabelecidas através de resultados realizados no passado. A idéia é que se já estabelecemos uma determinada lei, ela implicará dedutivamente em conjunto com condições iniciais apropriadas a certos resultados (PAPINEAU, s.d.).

O modelo dedutivo-nomológico nos leva a perceber, que dada condições iniciais, as leis a serem aplicadas, ambas verdadeiras, podemos deduzir que teremos uma conclusão (explanandum) também verdadeira. Hempel e Oppenheim consideram uma explicação deste tipo ser uma resposta adequada a alguns por que? (SUTTON, 2005).

Um dos problemas existentes desse modelo incide nos contra-exemplos. Alguns contra-exemplos possuem argumentos que satisfazem as exigências do modelo, entretanto, não constituem boas explicações. Um contra-exemplo bem conhecido é: os homens que tomam pílula anticoncepcional não engravidam (explanans), Paulo tem tomado pílula anticoncepcional (explanans), logo, Paulo não irá engravidar (explanandum). Os argumentos obedecem ao modelo, mas não explica o fato de Paulo não engravidar, isso devido às condições iniciais ser totalmente irrelevantes com aquilo que queremos explicar. O homem não engravida porque não tem útero e tomar pílula anticoncepcional não é algo que contribua para a ausência de gravidez. Para que não ocorra o problema dos contra-exemplos o modelo deverá ser complementado com uma condição que proíba a inclusão de condições iniciais irrelevantes (ALMEIDA *et al.*, 2008).

Outro problema referente ao modelo é por não se adequar-se as ciências que estudam as ações humanas. Por exemplo: Explicar um ataque terrorista consiste compreender as suas crenças e os desejos que o levaram a realizá-lo. Não existindo leis de natureza gerais capazes de fazer compreender muitas dessas ações (ALMEIDA *et al.*, 2008).

### **3.5.3 Modelo indutivo-estatístico**

Esse modelo apresenta a mesma estrutura do modelo dedutivo-nomológico. As condições iniciais (C) e leis gerais (L) que são os explanans e o fenômeno a ser explicado (E) chamado de explanandum.

Também criado por Hempel, é uma extensão do modelo dedutivo-nomológico com a diferença que no dedutivo-nomológico as leis são universais e no indutivo-estatístico são estatísticas. Ou seja, no dedutivo-nomológico o explanandum é logicamente deduzido do explanans, já no indutivo-estatístico descreve uma

explicação na qual o explanans transmite suporte probabilístico para o explanandum.

A necessidade desse modelo surgiu pelo fato de existir aspectos no mundo que só podemos explicar utilizando dados estatísticos. Muito comum na área médica e na biologia (SUTTON, 2005).

Conforme Almeida *et al.* (2008, p. 177) “explicar um acontecimento é mostrar que, em virtude de certas informações ou leis, existe uma probabilidade elevada de ocorrer dada a realização de certas condições iniciais”. Deve pelo menos uma das informações ou leis ter um caráter estatístico.

Nesse tipo de modelo não podemos afirmar que o explanandum ocorrerá, mas podemos mostrar o quanto provável ele é possível de ocorrer (SUTTON, 2005). Por exemplo: Carlos está infectado com o parasita causador da malária (Condição inicial) e nesse caso a probabilidade de contrair malária é de 90% (Lei). Nesse exemplo temos informações estatísticas referente à malária e não estatística, e podemos concluir com a explicação (Explanandum) de que Carlos possui um grau elevado de adquirir malária.

O problema desse modelo é que por não ser monotônica, não podemos dizer que um argumento é forte em absoluto, pois se acrescentarmos premissas a um argumento forte, poderemos transformá-lo em um argumento fraco, podendo assim até alterar a sua conclusão. Com isso, não é possível classificar o grau de força de cada premissa, estando ela sempre relativa a cada contexto e situação diferente.

### **3.5.4 Modelo dedutivo-estatístico**

Criado por Peter Railton, também chamado de modelo dedutivo nomológico de explicação probabilística, é um modelo de explicação muito parecido com o dedutivo nomológico criado por Hempel, mas que permite explicações probabilísticas. Conseqüentemente chamado de D-N-P (SUTTON, 2005).

Semelhante ao modelo dedutivo-nomológico, deve haver leis verdadeiras nas premissas do argumento, que serão necessárias para a derivação do explanandum. A única diferença na natureza destas leis para as leis do modelo dedutivo-nomológico é que estas não precisam ser universais. (SUTTON, 2005). Esse modelo

oferece probabilidades em suas premissas que terão de ocorrer, ocorrendo a dedução de um enunciado de forma estatística a partir de premissas que envolvem pelo menos uma lei estatística (HEGENBERG, 1973).

Surgiu principalmente devido a dificuldade de deduzir eventos improváveis, como por exemplo, a deterioração de um átomo de urânio 238 em um determinado dia, pode-se apenas deduzir a probabilidade que eles têm de ocorrer, utilizando lógica e probabilidade (SUTTON, 2005).

Um exemplo para esse modelo é: em um vaso é colocado 6 bolas e 4 quadrados. Das 6 bolas 4 são brancas e 2 são pretas. Dos quadrados 3 são brancos e apenas 1 é preto (explanans). Tira-se uma bola de dentro do vaso (explanans). A probabilidade de ser preta é de 20 % (explanandum).

Os problemas referentes a esse modelo são os mesmos do Dedutivo-Nomológico, que são os problemas dos contra-exemplos e por não se adequar-se as ciências que estudam as ações humanas. Devido grande parte do nosso raciocínio cotidiano não ser monotônico, a grande maioria das situações de nossa vida tem sua conclusão alterada à medida que vão surgindo novas premissas.

### **3.5.5 Modelo de raciocínio baseado em casos**

Muitas vezes, ao procurarmos uma solução, ou uma explicação para um determinado problema, lembramos de situações passadas similares na qual deparamos em outros momentos. Esse tipo de abordagem para solução de problemas é o que diversos autores chamam de Raciocínio Baseado em Casos - RBC (Case-based reasoning - CBR), ou Raciocínio por analogia.

No modelo de RBC o conhecimento é representado na forma de casos que segundo Kolodner (1993) define um caso como um pedaço contextualizado de conhecimento representando uma experiência que ensina uma lição fundamental para atingir o objetivo do aprendiz. Dessa forma, significa dizer que RBC reutiliza os casos para explicar novas situações.

Um caso é a informação relativa a um problema com sua respectiva solução, não é genérico, pois se aplica a uma situação em um determinado contexto e

diferencia-se de outras experiências armazenadas por contribuir para a solução de um problema.

Para Kolodner (1993) Raciocínio Baseado em Casos consiste em uma abordagem para desenvolver sistemas baseados em conhecimento capazes de recuperar e reutilizar soluções que funcionaram em situações similares no passado. Ou seja, um modelo que utiliza de experiências passadas (casos) que serão utilizadas futuramente para descobrir por analogias soluções para outros problemas.

Conforme Hammond (1989 apud PIVA JUNIOR, 2006), RBC pode ser considerado como uma teoria psicológica do conhecimento humano que fornece fundamentação para uma nova tecnologia de sistemas computacionais inteligentes que possam resolver problemas e adaptá-los para uma nova situação. Baseia-se principalmente na idéia de que o conhecimento de experiência passadas (casos) pode guiar o comportamento humano.

No dia a dia, utilizamos os conceitos de RBC sem perceber, como podemos observar através de empresas que procuram profissionais qualificados com experiência prévia em determinados serviços. Por exemplo: Uma empresa de informática que trabalha na área de suporte, ela irá procurar profissionais que já possuam experiência na área, ou seja, que já tenham enfrentado problemas e encontrado soluções, resultando assim em uma grande diversidade de casos armazenados em sua memória. Esse profissional encontrará soluções para os problemas através da lembrança de problemas similares ocorridos anteriormente, aplicando-os para sua solução, e quando necessário fazendo uma adaptação. Isso nos leva a crer, que quanto mais casos adquiridos, mais experiências e melhor capacidade para executar as tarefas esse profissional terá.

Outro caso como exemplo é de um estudante de medicina, ele passará anos na universidade aprendendo como o corpo humano é formado, seu funcionamento e irá acompanhar diversos pacientes com seus respectivos tratamentos. Naturalmente à medida que esses tratamentos são aplicados, são armazenados em sua memória e quanto mais pacientes ele tratar com sucesso, melhor desempenho terá na solução de novos problemas. Seu desempenho inicial será pobre, porém, à medida que os pacientes serão tratados, será armazenada em sua memória uma



experiência de fracasso ou sucesso, que quando confrontado com outros pacientes com quadro clínico semelhante, ele utilizará ou evitará algum tratamento já experimentado.

Esse modelo teve origem em 1977 com os trabalhos desenvolvidos por Schank e Abelson, que propuseram que o conhecimento das pessoas está gravado em scripts na estrutura de memória de nosso cérebro (SÁ, 2007). Essa estrutura de memória é chamada de *Memory Organisation Packet* (MOP) (SCHANK, 1983). Um exemplo seria: um *script* que descreve uma ida a Universidade, ou seja, um conjunto de ações sempre utilizadas quando o indivíduo se dirige a Universidade. Outros dois exemplos seriam os passos executados pelo profissional de informática e o médico, citados anteriormente.

Esse modelo aplicado à educação tem como vantagem o fato dos alunos não serem meros aplicadores de regras pré-estabelecidas, mas sim construtores do conhecimento (KOSLOSKY, 1999). Isso através de problemas que serão apresentados a eles, onde deverão encontrar soluções através dos conhecimentos de problemas solucionados (conhecidos) anteriormente; permitindo-o reutilizar ou adaptar esses casos similares para a solução do problema. Permitindo a aquisição de novos conhecimentos, tornando o modelo uma ferramenta interessante no processo de ensino-aprendizagem.

#### **3.5.5.1 Ciclo de vida do modelo de raciocínio baseado em casos**

Pode-se descrever as etapas desse modelo através de um ciclo iniciado pelo aparecimento de um novo problema, que fará parte de um novo caso. Casos antigos contendo problemas similares serão recuperados e o mais adequado à sua solução será selecionado para se tornar a solução deste problema. Essa solução será adaptada, testada e eventualmente guardada como um novo caso. Conforme podemos observar na figura seguinte.

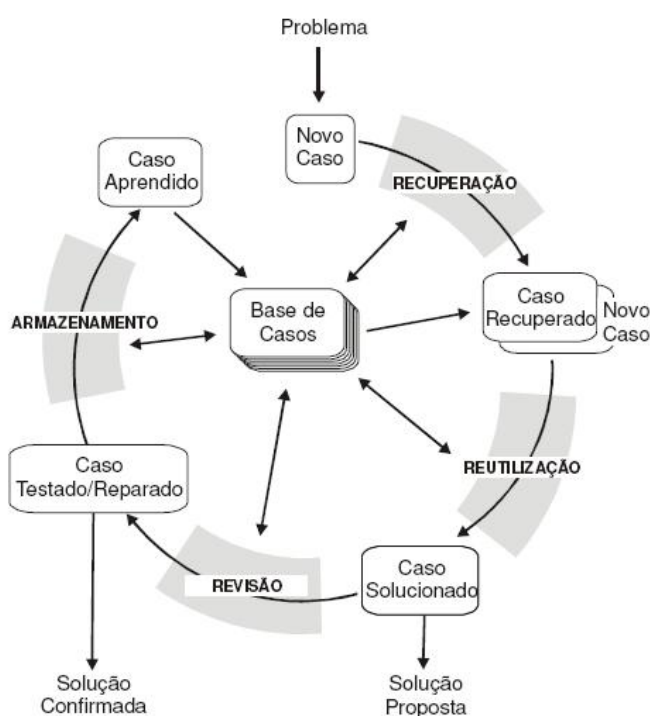


Figura 5: Ciclo de Vida do RBC (Adaptado de Aamodt e Plaza, 1994)

A etapa de recuperação inicia com a descrição do problema e acaba quando a melhor escolha de um caso semelhante é encontrada (AAMODT; PLAZA, 1994). O método de obtenção de casos semelhantes é um processo realizado por meio de uma medida de similaridade, que retornará um conjunto de casos que sejam suficientemente similares ao novo, e ordenado na seqüência dos mais similares com o problema atual. Caso(s) mais similar(es) é (são) sugerido(s) como solução potencial para o problema.

Para que essa busca seja possível é necessário que os casos sejam armazenados de forma organizada. Para cada caso a ser armazenado é necessário descrevê-lo como uma coleção de atributos e indexá-lo em uma estrutura apropriada de memória, através de suas características que os diferenciam de outros casos na memória.

Os casos armazenados incluem índices que são rótulos e designam situações pelo qual os casos são utilizáveis. Quando se procura por uma solução para um novo problema, procura-se um caso similar por intermédio dos índices dos casos armazenados. A escolha dos índices é de vital importância para o processo de

recuperação, pois bons índices fornecem condições suficientes para serem reconhecidos. Se um caso não for devidamente representado, sua aplicação será comprometida, portanto, a representação dos casos é uma tarefa complexa e importante para o sucesso do RBC (PIVA JUNIOR, 2006).

A segunda etapa do ciclo de vida é a Reutilização, nessa etapa ocorre desde uma simples cópia da solução apresentada até uma adaptação da solução, isso devido à solução encontrada não atender por completo as novas necessidades. Nesses casos precisa-se determinar o que necessita ser adaptado e realizar a adaptação. Essa adaptação poderá apenas substituir valores para nova situação ou transformar a antiga solução em outra adequada à nova situação (SÁ, 2007).

A etapa de Revisão é em muitos casos realizada durante sua aplicação prática, embora possa ser substituída por uma simulação. Quando a solução de um caso não está correta, surge a oportunidade de aprendizado através das falhas. Essa etapa é chamada de revisão de caso e está dividida em avaliação da solução e reparação de falha. (AAMODT; PLAZA, 1994).

A última fase é a de armazenamento, segundo Wangenheim e Wangenheim (2003), no sistema de RBC, raciocínio e aprendizado estão diretamente ligados. Toda vez que um problema é resolvido, a nova experiência pode ser retida e integrada na base de casos, tornando-se imediatamente disponível para problemas futuros. Dessa forma, o conhecimento presente em um sistema de RBC é continuamente atualizado, à medida que novas experiências dão origem a novos casos armazenados na base de dados (KOLODNER, 1993).

A etapa de armazenamento pode ser definida pela etapa que trata qual informação sobre o caso será armazenada, de que forma isso será armazenado e como indexar o caso para uma futura recuperação. Dessas três etapas, segundo (KOLODNER, 1993), a mais importante é a escolha da indexação a ser utilizada.

O processo de indexação compreende identificar os aspectos importantes em um caso e transformá-los em índices. Os quais serão responsáveis pela identificação do caso dentro do processo de recuperação. Quanto melhor for o modo escolhido para identificação dos índices, melhor e mais eficiente será a busca.

Já que a similaridade é o ponto chave do RBC, pois é a partir desta mensuração que todo processo de raciocínio se fundamenta, tornando esta técnica viável.

### **3.5.6 Modelo causal**

Esse modelo está baseado no fato de que explicar algo está diretamente ligado a apresentar sua causa. Pode ser descrito da seguinte maneira: Se todo A gera B, assim podemos entender como A ser a causa de B (SUTTON, 2005).

Este modelo assevera que as explicações dos fenômenos dependem da identificação de suas causas ou de suas condições iniciais e assegura ainda que essas mesmas causas produzam os mesmos efeitos (STUBERT, 2007). Por exemplo: o aquecimento da água é a causa da ebulição. Daí é possível afirmar que a água colocada ao fogo irá ferver e com isso antecipa-se a sua ebulição. Todo raciocínio experimental, pelo qual do presente se conclui o futuro, se baseia o princípio da causalidade.

Sabe-se que a água entra no estado de ebulição quando aquecida, devido à associação de idéias já existentes, aquecimento e ebulição sempre estão associados às experiências passadas dos indivíduos. Outro exemplo é o movimento de uma bola de bilhar que é seguido pelo movimento de outra bola com que a primeira se chocou, assim como o aquecimento da água é acompanhado da ebulição, um fenômeno A é seguido do fenômeno B. Assim, é certo que se pode repetir a experiência inúmeras vezes, e cada vez repetida, o efeito B ocorre em função da causa A.

Uma explicação pode existir independente de qualquer conhecimento que se tenha sobre ela. O que vai determinar se uma explicação é boa ou não vai depender do seu contexto (SUTTON, 2005). Um pássaro ao se chocar com uma janela quebrou os seus vidros. Poderíamos dizer que a velocidade e o peso da ave ao se chocar com a janela quebrou os seus vidros ou que a finura e a fragilidade do vidro com o choque da ave explicam o ocorrido.

Deve-se ter cuidado para não gerar certa ambiguidade associada à palavra causa, como no exemplo, a busca de alimentos é a causa da fome. Nesse caso a busca de alimentos é o efeito gerado em função da causa que é a fome. Com isso,

temos que a expressão correta fosse sempre que X está com fome, X procura alimentos. Segundo Hegenberg (1973), para que não haja riscos de mau entendimento sobre esse modelo deve-se tomar certas precauções:

1. O efeito sempre se manifesta quando a causa se fizer presente;
2. A assimetria da relação, no sentido de que a causa gera o efeito, mas não vice-versa;

Assim o Modelo Causal é baseado em experiências vividas, onde se pode observar que em diversas ocasiões determinadas “causas” geram efeitos e assim criam-se explicações para entender os fatos que ocorrem no dia a dia.

Ao observar que dois eventos sempre ocorrem conjuntamente, tende-se a criar uma expectativa de que quando o primeiro ocorre, o segundo ocorrerá. Isso gera uma crítica a esse modelo, em função de muitas das explicações geradas não poderem ser provadas por nenhum argumento dedutivo ou indutivo. Além de não existir um elo que assegure que um determinado efeito foi gerado por uma causa, pois o que foi encontrado são relações de semelhança (STUBERT, 2007).

Outro problema é que nem sempre o futuro pode ser predito através das condições que o antecedem, pois não está contido no passado, ou seja, existem acontecimentos futuros que não estão determinados pelas condições iniciais. Nem tudo do mundo é determinado, não é necessariamente causal, existem acontecimentos que não são predeterminados (STUBERT, 2007). Um exemplo seria o descobrimento da pólvora, tal como a primeira explosão.

### **3.5.7 Comparações entre os modelos**

A seguir, será apresentado um resumo dos pontos positivos e negativos dos modelos discutidos neste capítulo, para assim melhor concluir qual dos modelos melhor se adéqua ao objeto de estudo, que são os jogos com fins educacionais.

Modelos	Pontos Positivos	Pontos Negativos
Dedutivo-Nomológico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A verdade de suas premissas garante uma conclusão verdadeira;</li> <li>• A inclusão de premissas não altera o grau de validade dos argumentos;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Casos de contra-exemplos;</li> <li>• Não se adéqua a todas as ciências;</li> <li>• As leis tem que já estar estabelecidas através de resultados realizados no passado;</li> </ul>
Indutivo-Estatístico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Possibilita a explicação de aspectos que só são possíveis de serem explicados utilizando dados estatísticos;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A verdade de suas premissas não garante uma conclusão verdadeira;</li> <li>• A inclusão de premissas poderá alterar o grau de validade de um argumento;</li> </ul>
Dedutivo-Estatístico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Possibilita a explicação de eventos improváveis;</li> <li>• A verdade de suas premissas garante uma conclusão verdadeira;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Casos de contra-exemplos;</li> <li>• Não se adéqua a todas as ciências;</li> </ul>
Raciocínio Baseado em Casos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Garante que o aluno não será mero aplicador de regras pré-estabelecidas;</li> <li>• Facilidade do desenvolvimento de sistemas capazes de recuperar soluções armazenadas;</li> <li>• A atualização do conhecimento é feita a medida que novas informações dão origem a novos casos armazenados;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dificuldade de definir uma boa medida de similaridade</li> </ul>
Causal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Garante que as mesmas causas produzam os mesmos efeitos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Não assegura que um determinado efeito foi gerado por um causa</li> <li>• Existem acontecimentos que não são predeterminados</li> </ul>

Quadro 2: Comparações entre os modelos de explicação científica

Como foi possível observar, todos os modelos possuem pontos fortes e fracos na sua estrutura, o que vai variar a depender de cada contexto a ser empregado.

Para o desenvolvimento de jogos eletrônicos com fins educacionais o modelo que melhor se enquadra para auxiliar o processo de explicação de conteúdos é o modelo de Raciocínio Baseado em Casos.

Os modelos dedutivo-nomológico e dedutivo-estatístico, em função dos problemas dos contra-exemplos, por não se adequarem a todas as ciências, e a maioria das nossas situações da vida não serem monotônicas, ou seja, se alteram a medida que vão surgindo novas premissas, tornam esses modelos inadequados para serem utilizados em jogos eletrônicos com fins educacionais. O mesmo vale para o modelo indutivo por não ser possível avaliar o grau exato de força de suas premissas, existindo um imenso campo a ser analisado para que então se ajuíze a validade de cada premissa, e mais, que estas nunca poderiam ser absolutas, mas sempre relativas a cada contexto e situação diferente.

O modelo causal por não assegurar que um determinado efeito foi gerado por uma causa e que nem sempre o futuro poder ser predito através de condições que o antecedem, torna esse modelo também não adequado para sua utilização em nosso foco em estudo.

Resta o modelo de raciocínio baseado em casos, onde sem perceber já utilizamos esse modelo no nosso dia a dia. Sendo um bom modelo para o nosso propósito já que é possível desenvolver sistemas capazes de recuperar e reutilizar soluções que funcionaram em situações passadas para que sejam utilizadas futuramente pelo jogador para descobrir por analogias soluções para seus problemas.

Além de que, a técnica oferece características que tornam decisivo a sua utilização no modelo proposto pelos seguintes fatores:

- Permite soluções rápidas, eliminando o tempo de se derivar todas as respostas baseadas em regras, comum em alguns modelos (PIVA JUNIOR, 2006);
- Permite soluções em domínios parcialmente conhecidos. Muitos domínios não podem ser totalmente previsíveis (ex: comportamento humano, economia, educação) e outros tantos não permitem antecipar os efeitos (ex: educação, medicina) (PIVA JUNIOR, 2006);

- Um caso é mais fácil para ser entendido e aplicado do que o conhecimento na forma de regras (PIVA JUNIOR, 2006);
- Útil na interpretação de conceitos mal definidos ou ilimitados (PIVA JUNIOR, 2006);
- Facilidade de desenvolvimento de sistemas capazes de recuperar soluções armazenadas (PIVA JUNIOR, 2006);
- Garante que o aluno não será mero aplicador de regras pré-estabelecidas, mas sim construtores do conhecimento, através dos casos que serão apresentados (KOSLOSKY, 1999);
- A atualização do conhecimento pode ser feita automaticamente, na medida em que as experiências são utilizadas, e assim o sistema pode crescer e incrementar sua robustez e eficiência (KOLODNER, 1993);

Dilermando Piva Junior (2006), em sua tese comprova a viabilidade da utilização RBC em processos de ensino-aprendizagem. Desde auxiliar os alunos a revisar o conhecimento adquirido, incentivar a aprendizagem colaborativa e refletir sobre o que os alunos estão aprendendo.

Diante dessas vantagens citadas, optou-se pela utilização da técnica de RBC para a construção do mecanismo de geração de explicação através de jogos colaborativos.



## 4 Arquitetura

A arquitetura proposta, ilustrada na figura a seguir, define um modelo computacional de explicação baseado em casos no contexto de um jogo colaborativo.

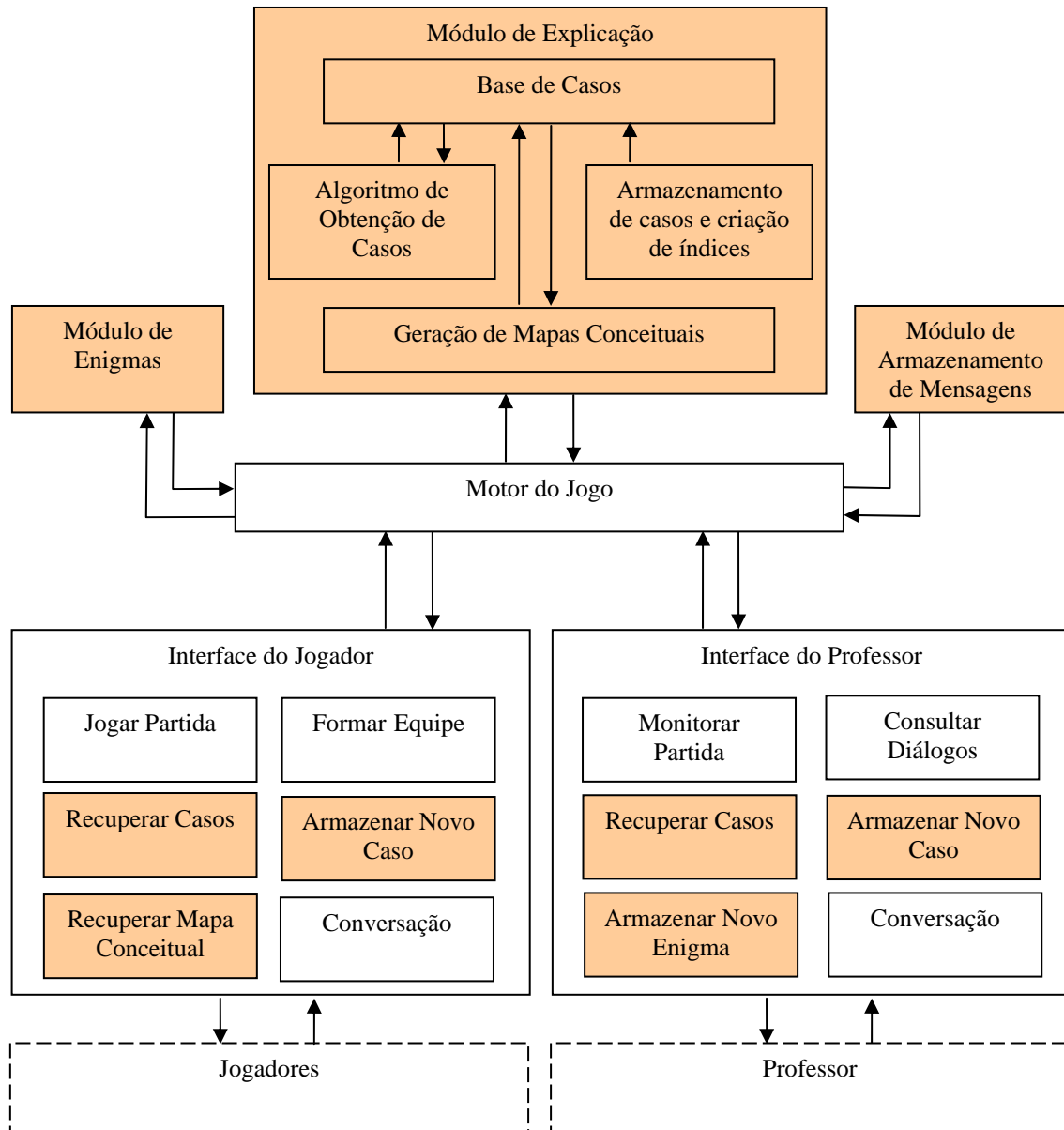


Figura 6: Arquitetura de explicação baseada em casos em um jogo colaborativo

Na arquitetura apresentada, definida com base no modelo extraído de Silva (2008), os módulos em marrom se referem ao processo de explicação e foram

inseridos para permitir ao jogo realizar explicações referentes ao assunto em destaque que é a vida animal marinha.

Será apresentada uma descrição sucinta do protótipo desenvolvido neste trabalho, com o intuito de facilitar o entendimento da arquitetura proposta, haja vista que o capítulo seguinte tratará da sua descrição com maiores detalhes.

O jogo busca transmitir a sensação de que os jogadores estão em uma viagem de submarino. Os alunos ao iniciar uma partida definem os seus papéis, que podem ser: operador de radar, mergulhador ou biólogo, para que juntos atinjam o objetivo que é proteger as tartarugas marinhas livrando-as da ameaça de extinção e conhecer os diversos seres marinhos existentes. No decorrer do jogo, cada aluno irá desempenhar seu papel podendo se comunicar entre si, através do envio e recebimento de mensagens.

O radar que é uma ferramenta oferecida pelo jogo, deverá auxiliar o seu operador, no sentido de mostrar o surgimento de uma nova ocorrência de espécie marinha, informando ao mergulhador que algo foi identificado para que vá imediatamente as proximidades da ocorrência e fotografe-a. O biólogo, de posse das fotos tiradas pelo mergulhador e com ajuda dos demais tripulantes deverá identificar que espécie foi fotografada e suas respectivas características.

Desse ponto em diante, entra em ação o módulo de explicação, o qual irá ajudar os alunos a identificarem as espécies fotografadas através da aquisição de conhecimentos relativos as características dos mesmos. O biólogo de posse da fotografia utilizará o módulo de Recuperação de Casos, para que possam ser recuperados todos os casos armazenados na base de dados de animais similares ou até do próprio animal, para que todos os integrantes através desses casos identifiquem a espécie fotografada, os animais que pertencem a sua família e as características de todos eles.

Esses casos recuperados poderão ser vistos por todos os membros do submarino, inclusive o professor, que poderá interagir com o grupo através do envio de mensagens, orientando os jogadores a respeito do comportamento dos seres marinhos e utilização dos casos recuperados.

Cada caso recuperado conterá informações de um ser marinho, sendo apresentadas através de diversos recursos como: textos, imagens, vídeos e mapas conceituais. Que juntas irão contribuir para o processo de aprendizagem do aluno (jogador).

Durante todas as etapas do jogo, o professor poderá interagir com os alunos, realizando monitoramento e oferecendo *feedback* sobre as ações tomadas por eles. Sejam elas relacionadas a comunicação, participação, identificação e aprendizagem sobre os animais.

Como pode ser observada, a arquitetura do jogo é composta pelos seguintes elementos:

- Módulo de Explicação;
- Motor do Jogo;
- Interface do Jogador;
- Interface do Professor;
- Módulo de Armazenamento de Mensagens;
- Módulo de Enigmas

#### **4.1 Módulo de explicação**

Responsável pelo processo de explicação dos conteúdos. Esse módulo está encarregado de armazenar todos os casos que serão utilizados no processo de explicação, além de permitir a recuperação desses casos e armazenamento de novos. Está dividido em quatro partes: Base de Casos; Algoritmo de Obtenção de Casos; Armazenamento de Casos e criação de índices; e Geração de Mapas Conceituais.

##### **4.1.1 Base de casos**

Responsável pelo armazenamento dos casos constitui-se de um banco de dados contendo informações referentes aos casos. Cada caso armazenado conterá informações que serão utilizadas no processo de explicação, como: imagens; vídeos; mapas conceituais e campos de texto informando o nome científico e

popular do animal; suas características e etc. Cada caso armazenado será um registro no nosso banco de dados.

#### 4.1.2 Algoritmo de obtenção de casos

Essa etapa do módulo de Explicação é responsável pela obtenção dos casos mais similares ao em estudo, baseado nos parâmetros recebidos do biólogo ou do professor, através do processo de Recuperar Casos presente em sua interface.

O método de obtenção de casos similares é um processo realizado por meio de uma medida de similaridade, que retornará um conjunto de casos que sejam suficientemente similares ao novo, e ordenado na sequência dos mais similares. Nessa etapa, o algoritmo de obtenção de casos, calculará a similaridade entre a situação atual e um determinado caso na base de dados, repetindo-se par a par, no cálculo da similaridade entre a descrição da situação atual e os casos na base de dados.

O algoritmo implementado nesse trabalho para o cálculo da similaridade foi o do Vizinho mais Próximo (Nearest Neighbor) pelo motivo de ser simples e de fácil implementação (LORENZI; ABEL, 2002). Conforme fórmula a seguir:

$$\text{Similaridade (A,B)} = \sum_{i=1}^n f |(A_i, B_i)| \times W_i$$

Onde:

A é o caso de entrada (novo caso)

B é o caso na base de dados

n é o número de atributos de cada caso

i é um atributo individual

f é a função de similaridade para o atributo i nos casos A e B

W é o peso dado ao atributo i

Esse algoritmo baseia-se na comparação entre um novo caso e aqueles armazenados no banco de dados utilizando uma soma ponderada das suas características.

O algoritmo assume que cada caso  $B = \{b_1, b_2, \dots, b_n\}$  é definido por um conjunto de  $n$  características  $i$ . Dado um novo problema  $A$ , a biblioteca de casos  $B$ , e o peso  $w$  de cada característica  $i$ , o algoritmo recupera o caso mais parecido com o novo problema, ou seja, aquele que tiver a menor distância. A função de similaridade entre o novo caso e os casos da base de dados é dada por  $|A_i - B_i|$ , já que as características dos casos são todas numéricas. Com isso, o caso mais parecido com o novo problema é aquele que possui o menor valor (menor distância).

#### **4.1.3 Armazenamento de casos e criação de índices**

Responsável pelo armazenamento dos casos para futura utilização, essa etapa do módulo de explicação é responsável pela informação que será armazenada, a forma como será armazenada e como indexá-la para uma recuperação posterior.

As informações necessárias para armazenamento de um novo caso serão recebidas através do processo Armazenar Novo Caso presente na interface dos alunos e do professor. Para cada caso armazenado, serão criados índices, que serão utilizados no processo de obtenção de casos. A idéia da criação dos índices é estabelecer distinções entre os casos presentes na base de casos.

A importância da escolha de bons índices está diretamente ligada a precisão e eficiência do processo de Obtenção de Casos, onde os índices devem apontar quais características dos casos devem ser comparadas. Outra tarefa destinada a indexação é atribuir pesos as características mais importantes. As características mais importantes normalmente são aquelas que possuem o maior número de ocorrências.

A atribuição de pesos às características dos casos foi feita para que fosse possível alcançar a recuperação de casos através da utilização do algoritmo do vizinho mais próximo (LORENZI; ABEL, 2002).

#### **4.1.4 Geração de mapas conceituais**

Este recurso tem como objetivo gerar mapas conceituais que contribuam com o processo de explicação, contendo informações já apresentadas pelo jogo, seja elas de um animal em particular, como também de todos eles. Todas as informações

presentes nestes mapas serão obtidas através da base de casos, existente neste módulo.

Além dos mapas em particular de um determinado animal, o recurso gera, dinamicamente, um mapa conceitual contendo informações de todos os animais que foram apresentadas até o momento aos alunos, para que eles através desse recurso possam revisar os conteúdos, observar as relações existentes entre eles (semelhanças e diferenças), como também corrigir erros de entendimento. Trazendo todas as vantagens pedagógicas, já discutidas no capítulo anterior, para o processo de aprendizagem.

O recurso possibilita ainda, caso deseje maiores informações sobre qualquer um dos conceitos apresentados, que ao clicar sobre qualquer um deles, o jogador receba uma explicação deste conceito, através de recursos como textos, imagens e vídeos.

## 4.2 Motor do jogo

Também conhecido como *game engine* ou simplesmente engine é um dos principais componentes do jogo. Tem como função controlar a reação do jogo em função das ações do jogador (PINTO *et al.*, 2008). É fundamental no desenvolvimento, pois é responsável pelo controle e processamento básico de todas as mídias envolvidas, incluindo ainda todas as regras pré-estabelecidas do jogo.

Segundo BABA *et al.* (2007), a maioria dos jogos da geração atual são desenvolvidos utilizando um engine, em função do curto tempo de desenvolvimento e esforço necessário para criação de jogos. Com isso, os desenvolvedores não precisam se preocupar com detalhes técnicos, já que o motor abstrairá a complexidade da implementação dos módulos básicos do jogo, facilitando assim o seu desenvolvimento.

Um *engine* se encarregará por comunicar-se com o *hardware* gráfico, mandar os modelos para serem *renderizados*, cuidará da entrada de dados do jogador, tratará de todos os cálculos matemáticos e outras operações que o desenvolvedor não precisa se preocupar (CLUA; BITTENCOURT, 2004). Deve permitir ainda, a

criação de conteúdos interativos e não interativos usando imagens, textos, sons e vídeos (BABA *et al.*, 2007).

Segundo JACOBBER (2007), alguns dos componentes de um motor de um jogo são: renderização, inteligência artificial, comunicação em rede, entrada de usuários, simulação física e multimídia.

### 4.3 Interface do jogador

A interface é quem controla a comunicação entre o motor do jogo e o jogador, reportando graficamente um novo estado do jogo (PINTO *et al.*, 2008). Responsável também por manter a interação entre os jogadores.

Segundo BABA *et al.* (2007), um fator importante na interface é o seu *designer*, isso porque os usuários irão ver e interagir com os aspectos do jogo desde o início. Uma boa interface irá incluir o uso de varias mídias como imagens, textos e sons. É essencial para a elaboração de uma boa interface, o uso de um motor de jogo capaz de suportar uma grande variedade de mídias.

A interatividade também é muito importante, é apontada como a única diferença entre um filme e um *game* (BABA *et al.*, 2007). Existem muitos tipos de interatividade, sendo as mais comuns: o clicar do mouse e o pressionamento de teclas e botões no jogo.

Entende-se como sendo três as interfaces fundamentais providas por um jogo: a interface gráfica, a sonora e a interface dos dispositivos de entrada.

- A interface gráfica deve ser atrativa, proporcionar o realismo, composta por diversos cenários virtuais criando uma ambiente amigável e com todos os requisitos necessários para cativar o jogador e facilitar sua aprendizagem;
- A interface sonora possibilita o papel de auxiliar o jogador na imersão do ambiente do jogo e contribui com informações que poderão ajudá-lo em sua tomada de decisão;
- A interface dos dispositivos de entrada são os canais por meio dos quais o jogador irá se comunicar com o jogo. A velocidade com que as

informações são apresentadas ao jogador exige que a forma de entrada de dados por parte do jogador seja a mais simples e fácil possível, a fim de atingir uma melhor usabilidade. A sequência dessas interações se dá através de dispositivos como mouse, teclado, joystick, entre outros;

Dessa forma, pode-se concluir que a qualidade da interface aumenta a capacidade de entendimento do jogo e, por conseguinte, o prazer em jogá-lo.

Essa interface incorpora várias fases que permitem ao jogador interagir com o jogo através dos seguintes recursos: Jogar Partida, Formar Equipe, Recuperar Casos, Armazenar Novo Caso, Recuperar Mapa Conceitual e Conversação.

#### **4.3.1 Formar equipe**

Esse é a primeira fase do jogo, nessa etapa os jogadores irão definir seus papéis, para que juntos de forma colaborativa atinjam o objetivo. O jogo permite a criação de diversas equipes e para fazer parte de uma equipe a única restrição é o tamanho de cada grupo, onde só são permitidos no máximo três jogadores. Fazer parte de uma equipe é uma das condições para a participação no jogo.

Os jogadores antes de definirem seus papéis, estarão em um ambiente inicial que já permite interações entre eles através do recurso de comunicação presente em suas interfaces. Através dessas interações poderão definir seus papéis para que assim iniciem uma partida.

#### **4.3.2 Jogar partida**

Uma vez que os jogadores formaram a equipe e definiram seus papéis, a partida inicia e ele será levado a um cenário referente às suas atividades. Apesar de cada qual ter o controle da execução de sua atividade, isso não impede que os demais membros da equipe o ajudem.

Pelo fato de ser um jogo baseado em papéis, a partida somente evolui se os jogadores trabalharem em conjunto. Espera-se assim, influenciar as interações por meio da seleção de problemas que não possam ser resolvidos exclusivamente por um único jogador. Todos os participantes podem e devem negociar ao máximo em



suas atividades a fim de que o conhecimento compartilhado e a experiência unificada possam ajudar a equipe a progredir melhor em suas tarefas.

Essa comunicação é possível através da estrutura de comunicação presente no jogo, que permite que essa comunicação ocorra independente da fase em que o jogo esteja.

#### **4.3.3 Recuperar casos**

O processo de recuperação de casos inicia com uma descrição do animal por parte do jogador e finaliza quando os melhores casos forem encontrados. Nesse módulo o biólogo de posse da fotografia tirada pelo mergulhador irá fazer uma descrição do animal, para que o módulo de explicação através do Algoritmo de obtenção de Casos apresente a todos os tripulantes do submarino os casos mais similares. Esses casos serão apresentados de forma ordenada pela similaridade com o animal fotografado, para que assim os alunos possam identificar as espécies fotografadas, conheçam suas características e a dos animais que pertencem a sua família.

A interação entre os participantes nessa fase do jogo é de fundamental importância, pois é nessa fase que eles irão discutir sobre os casos relacionados, suas características, comportamentos, formas. Isso tudo é possível através da visualização de imagens, vídeos, textos e mapas conceituais trazidos pelos casos e a utilização do recurso de conversação oferecido pelo jogo. O professor não poderá deixar de interagir principalmente nessa fase, dando todas as orientações em relação ao animal em estudo e a utilização dos casos recuperados.

#### **4.3.4 Armazenar novo caso**

Esse recurso permite que os alunos através de suas experiências e conhecimentos adquiridos com o jogo, possam integrar esse conhecimento a base de casos, para que em um momento futuro possa ser utilizado. Dessa forma, o conhecimento na base de casos é constantemente atualizado na medida em que são inseridos novos casos, que irão contribuir em futuras explicações.

Os alunos poderão inserir casos com recursos similares aos existentes, como textos, imagens, sons, vídeos e mapas conceituais que serão gravados através do

recurso de armazenamento e criação de índices presentes no módulo de explicação. É importante a preocupação com a qualidade dos conteúdos, já que esses casos serão utilizados futuramente. O professor como mediador, deverá acompanhar essa etapa para que a inserção dessas informações sejam coerentes, claras e precisas.

#### **4.3.5 Recuperar mapa conceitual**

Este recurso possibilita que os alunos revejam, a qualquer momento, informações já apresentadas pelo jogo através de um mapa conceitual, seja ele de um animal em particular ou de um contendo informações de todos animais. Permitindo aos jogadores ao rever os conteúdos já apresentados, revisá-los e corrigir erros de aprendizagem.

#### **4.3.6 Conversação**

Esse recurso existe com intuito de oferecer uma interação entre os jogadores de maneira contínua e síncrona. Isso tudo é possível independente de onde o jogador esteja. Até mesmo no momento em que o jogador ainda não formou equipe e iniciou uma partida.

É um processo contínuo de envio e recebimento de mensagens entre os membros da equipe, entre professor e jogadores e vice-versa. O recurso de conversação permite o jogador se comunicar com apenas um único indivíduo ou com diversos de uma única vez.

Esse recurso poderá ser utilizado desde a fase de montar a equipe e iniciar a partida, como também durante todo o andamento do jogo. É de fundamental importância a utilização do recurso já que se trata de um jogo colaborativo e baseado em papéis, onde a partida somente evolui se os jogadores trabalharem em conjunto, para que juntos consigam atingir o objetivo.

#### **4.4 Interface do professor**

Essa interface tem o objetivo de possibilitar o acompanhamento e orientação por parte do professor junto aos alunos durante o andamento do jogo. É o elo de ligação existente entre o professor com seus alunos (jogadores). É através dela que o professor deve estimular as relações e interações entre os jogadores, para que

trabalhem de forma colaborativa. O professor se comporta como um facilitador do aprendizado, através da observação, procura descobrir as necessidades e dificuldades, oferecendo ajuda, dando-lhes sugestões e elogios que contribuam para o bom desenvolvimento do jogo, através dos recursos presentes: monitorar partida, consultar diálogos e conversação.

#### **4.4.1 Monitorar partida**

É através desse recurso que o professor tem a capacidade de acompanhar o desenvolvimento das atividades realizadas pelos jogadores. No jogo, o professor tem a função de condutor, estimulador e avaliador da aprendizagem, podendo auxiliar o aluno no processo de formulação e reformulação de conceitos através de uma nova informação que está sendo apresentada. Sua função é de mediador entre os grupos, esclarecendo possíveis dúvidas e também incentivando a colaboração, a discussão e a manifestação por parte dos jogadores do ponto de vista da realização de suas tarefas, através do meio de comunicação disponibilizado pelo jogo.

É também sua função, o monitoramento da partida, diagnosticar erros de aprendizagem e dificuldades apresentadas pelos alunos, não se isolando do processo, mas sim assumindo uma posição de elemento integrante, ora como observador, ora como questionador, ora como orientador.

Uma das etapas importantes é a de orientação dos alunos na recuperação e utilização dos casos, bem como no armazenamento de novos através de suas experiências.

#### **4.4.2 Consultar diálogos**

A ferramenta de dialogo é uma das mais utilizadas pelos jogadores por se tratar de um jogo colaborativo, por essa razão é importante que o professor em alguns momentos consulte o histórico de mensagens trocadas entre os participantes, para que assim compreenda melhor suas dificuldades. Podendo assim gerar melhores interações e conseqüentemente uma melhora no andamento do jogo e das idéias dos participantes.

#### **4.4.3 Recuperar casos**

Esse recurso permite que o professor através de uma descrição do problema encontre os casos mais semelhantes ao seu. Esses casos recuperados serão os responsáveis pela explicação dos conteúdos. Por isso, é importante que a utilização desse recurso seja satisfatória, para que a recuperação dos casos mais adequados ocorra com sucesso. Assim o professor deverá conhecer, de forma antecipada, os casos armazenados na base de casos, como também a sua utilização e recuperação, para que assim possa melhor orientar os alunos nessa fase.

#### **4.4.4 Armazenar novo caso**

Esse recurso permite que o professor possa armazenar seus conhecimentos através de casos, para que sejam utilizados pelos alunos durante o andamento do jogo. O professor durante o monitoramento das partidas poderá perceber a necessidade da inserção de casos referentes a alguns conteúdos, e inseri-los para que em outros momentos contribuam para uma melhor explicação.

A qualidade dessas informações é importantíssima, mas, além disso, é importante nessa fase a inclusão correta das informações referentes aos índices, já que serão eles que contribuirão para a recuperação do caso. Uma atribuição de valores deficiente aos índices gerará uma dificuldade em se reaproveitar o caso. “Dessa forma, torna-se necessário indexar um caso usando um vocabulário correto e suficiente.” (FREITAS, 1996, p. 73 apud PIVA JUNIOR, 2006). Com isso, é importante o professor acompanhar essa etapa realizada pelos alunos.

#### **4.4.5 Armazenar novo enigma**

Inicialmente, o jogo já disponibiliza uma série de enigmas (desafios). Mas através desse recurso permite com que o professor insira novos enigmas que deverão ser superados pelos alunos no decorrer da partida. Os novos enigmas poderão ser inseridos a qualquer momento pelo professor, com o objetivo de fazer com que os alunos observem características que são consideradas importantes pelo ponto de vista dele.

#### **4.4.6 Conversação**

A aprendizagem em um grupo inicia como o diálogo no jogo, com a capacidade dos membros proporem idéias e participar da elaboração de uma lógica comum. O professor como mediador não poderá ficar ausente dessa interação, interagindo com o grupo através do recurso de Conversação presente em sua interface. Cabe, portanto, ao professor identificar as necessidades do grupo e nelas atuar, encorajar e reforçar o processo. A intervenção poderá ser enviando uma mensagem de ajuda, ou de elogio, ou de orientação. Essas mensagens poderão ser enviadas a um único participante ou a todos os membros do grupo. A ferramenta permite ainda que o professor monitore mais de uma equipe por vez.

#### **4.5 Módulo de armazenamento de mensagens**

Esse recurso é responsável pelo armazenamento das mensagens enviadas e recebidas entre os participantes do jogo. O histórico de mensagens poderá ser acessado pelo professor através do recurso Consultar diálogos presente em sua interface. Esse armazenamento se torna importante para que seja possível fazer uma análise posterior dessas mensagens.

#### **4.6 Módulo de enigmas**

Este módulo é responsável pelo armazenamento e disponibilização dos enigmas (desafios) no decorrer da partida. Com o intuito de gerar interatividade, motivação, despertar a curiosidade e a vontade de aprender no jogador. Como trata (TAROUCO; CUNHA, 2006), a tomada de decisão oferecida pelos jogos, possibilita a formação de um sujeito crítico, aprimorando sua capacidade de resolver problemas.

O motor do jogo, no decorrer da partida, solicitará a este recurso novos enigmas que serão dispostos aos jogadores à medida que eles interajam com o jogo. Este recurso escolherá os enigmas levando em consideração as informações já apresentadas aos alunos e/ou as informações referentes ao animal que no momento está sendo apresentado. Dando condições assim, dos jogadores vencerem os enigmas apresentados através dos novos conhecimentos adquiridos.

Este módulo sempre sorteará um novo enigma, na base de enigmas, a cada etapa do jogo para que não se tenha a sensação de que sempre o jogador encontrará o mesmo enigma tornando-se desmotivante o desafio. Os jogadores deverão vencer esses enigmas para que consigam atingir o objetivo.

#### **4.7 O processo de explicação de conteúdos no jogo**

Este tópico trata do processo de explicação de conteúdos, proposta na figura 6, através das possibilidades oferecidas pelo jogo, juntamente com a utilização de recursos como: textos, vídeos, sons e mapas conceituais.

No decorrer de uma partida, os alunos deverão identificar os animais presentes no fundo do mar, conhecendo suas características e solucionando os enigmas apresentados. O *game* possibilita gerar explicações dos conteúdos referentes a vida marinha, através da técnica de raciocínio baseado em casos, para que os alunos tenham condições de adquirir novos conhecimentos e assim superar os desafios propostos.

A seguir, serão apresentadas as etapas nas quais os alunos poderão utilizar os recursos de explicação presentes no jogo e todo o ciclo de geração da explicação. Para uma melhor representação destas fases será utilizada uma linguagem gráfica, chamada de Redes de Petri, considerada bastante eficiente para modelagem de sistemas computacionais.

Redes de Petri é uma linguagem gráfica orientada para modelagem, especificação, simulação e verificação de sistemas. É particularmente apropriada para sistemas em que a comunicação, sincronização e recurso compartilhado são importantes. Seu formato é caracterizado pela presença de um conjunto de lugares, um conjunto de transições, um conjunto de arcos e uma marcação inicial. Onde círculos representam os estados, os retângulos representam as transições e as setas representam os arcos (Figuras 7 a 10).

Uma das situações que ocorre durante uma partida está representada através da figura 7, quando o biólogo deixa de estar em situação de repouso, ao receber a fotografia tirada pelo mergulhador, e passa a exercer a sua função que é: identificar a espécie fotografada, suas características e superar o enigma sugerido pelo jogo.

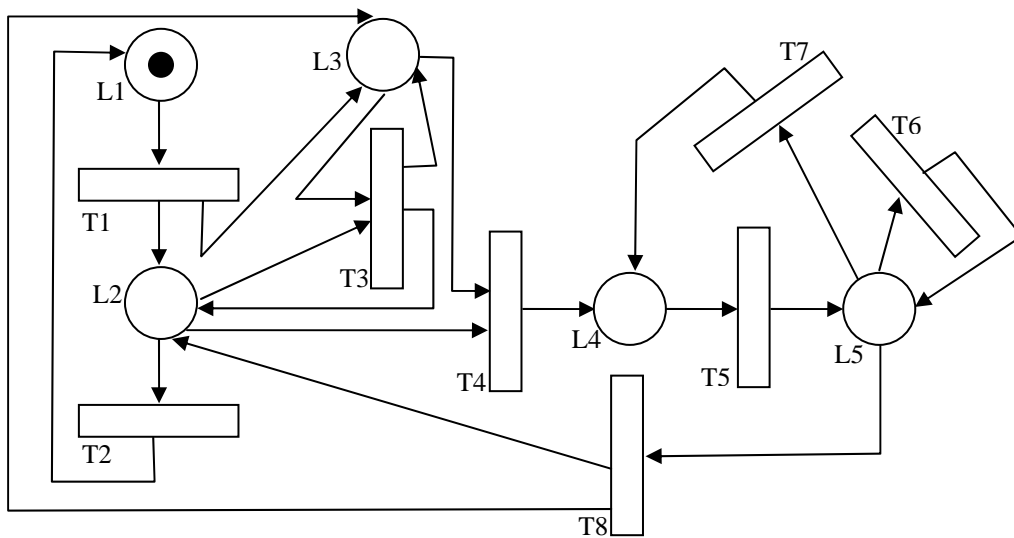


Figura 7: Rede de Petri do biólogo

Lugar	Descrição
L1	Biólogo em repouso aguardando receber fotografia do animal tirada pelo mergulhador.
L2	Biólogo de posse da fotografia tirada e do enigma sugerido pelo jogo.
L3	Operador de radar e mergulhador aguardando interação com o biólogo, através do recurso de <i>chat</i> , para ajudá-lo na identificação do animal e solução do enigma.
L4	Biólogo, operador de radar e mergulhador de posse dos casos referentes aos animais similares a descrição feita.
L5	Biólogo, operador de radar e mergulhador de posse de novas informações adquiridas através da análise dos casos dos animais apresentados.

Quadro 3: Lugares da Rede de Petri do biólogo

Transição	Descrição
T1	Biólogo recebendo enigma e fotografia da espécie a ser identificada.
T2	Biólogo solucionando enigma e identificando o animal.
T3	Biólogo interagindo com os demais membros do grupo.
T4	Descrindo o animal para obter ajuda do jogo.
T5	Analisando os casos recuperados dos animais similares a descrição.
T6	Interação dos membros do grupo com relação as informações analisadas.
T7	Retornando aos casos recuperados para reanálise.
T8	Tomando conclusões com relação ao animal e o desafio apresentado.

Quadro 4: Transições da Rede de Petri do biólogo

Nesse momento o biólogo poderá estar em três situações: de posse de conhecimento suficiente para realizar suas atividades; interagindo com os demais membros do grupo, através do recurso de *chat*, a fim de obter as informações necessárias; ou solicitando ajuda ao jogo para que este apresente informações desse animal a todos os membros do grupo, para que com base nessas novas informações seja possível superar o desafio.

O lugar L1 determina o início da situação descrita anteriormente. A transição T1 indica que o biólogo está recebendo a fotografia tirada pelo mergulhador e o enigma sugerido pelo jogo, passando agora para o lugar L2. Nesse momento é possível o biólogo solucionar o enigma e identificar o animal retornando ao estado inicial. Como também interagir com os demais membros do grupo, quantas vezes desejar, através da transição T3, para que juntos identifiquem o animal e solucionem o desafio proposto.

Ou poderá ainda solicitar a ajuda do jogo, através da descrição do animal passando para o estado L4. Nesse estado, os jogadores estarão de posse dos casos recuperados (animais similares a descrição) onde poderão analisar caso a caso e ainda interagir entre si, para que possam tomar uma conclusão conjunta da identificação do animal apresentado, suas características e qual a solução para o enigma proposto. Uma vez tomada às conclusões necessárias, retornarão para os estados L2 e L3. Nestes estados é possível refazer todo o ciclo descrito anteriormente, caso haja necessidade, ou solucionar o problema e retornar para o estado inicial L1, para que se possa dar sequência ao jogo.

Outra situação possível é quando o animal já está identificado e os membros do grupo desejam rever as informações referentes a este animal (Figura 8). Neste caso o responsável por esta solicitação é o operador de radar, que deverá localizar o animal no radar e ao clicar sobre ele solicitar que sejam apresentadas informações referentes a este animal. Uma vez de posse das informações apresentadas, os membros do grupo deverão interagir, para que possam esclarecer dúvidas e tomar as devidas conclusões a respeito do animal. Retornando em seguida a situação inicial para que possam dar sequência ao andamento do jogo.



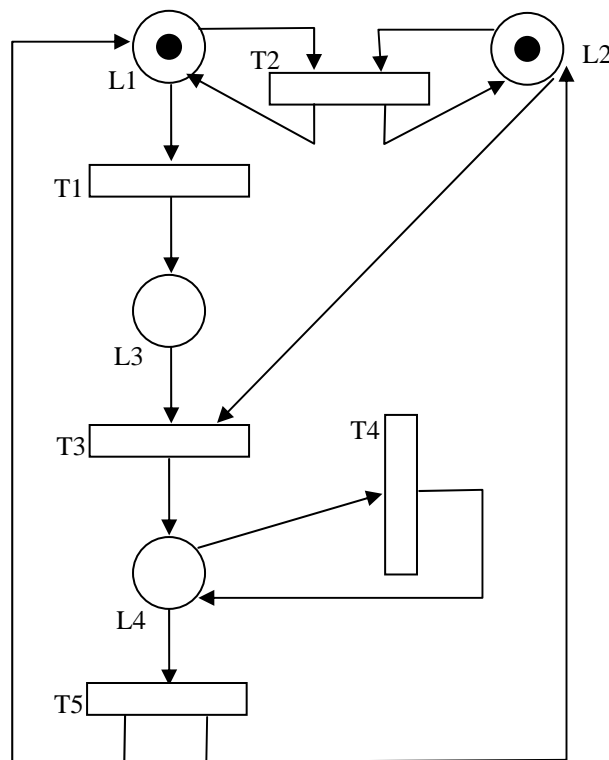


Figura 8: Rede de Petri do operador de radar

Lugar	Descrição
L1	Operador de radar pronto para realizar qualquer atividade.
L2	Biólogo e Mergulhador prontos para realizar qualquer atividade.
L3	Animal identificado no fundo do mar através do radar
L4	Jogadores de posse das informações apresentadas referente ao animal requerido.

Quadro 5: Lugares da Rede de Petri do operador de radar

Transição	Descrição
T1	Operador de radar localizando animal no fundo do mar.
T2	Interação dos membros do grupo, através do recurso de <i>chat</i> , com relação às atividades que devem realizar.
T3	Operador de radar solicitando, ao jogo, informações referentes ao animal identificado no radar.
T4	Interação entre os jogadores, através do recurso de <i>chat</i> , a respeito das informações recebidas.
T5	Jogadores tomando conclusões a respeito das informações recebidas e retornando ao status inicial.

Quadro 6: Transições da Rede de Petri do operador de radar

A terceira situação possível, representada na figura 9, ocorre através de um recurso presente na interface de todos os jogadores, onde o jogo cria dinamicamente um mapa conceitual contendo as informações já apresentadas aos alunos até a situação atual da partida. Podendo esse aluno interagir com o mapa e a partir dessa interação serem geradas novas explicações referentes aos conceitos apresentados.

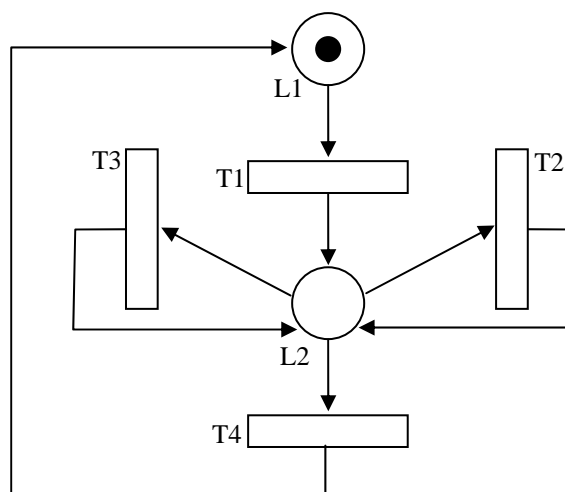


Figura 9: Rede de Petri da utilização do mapa conceitual montado dinamicamente

Lugar	Descrição
L1	Jogador pronto para realizar qualquer atividade.
L2	Jogador de posse do mapa conceitual

Quadro 7: Lugares da Rede de Petri da utilização do mapa conceitual

Transição	Descrição
T1	Solicitando ao jogo que apresente o mapa conceitual das informações apresentadas até o momento.
T2	Jogador interagindo com o mapa em busca de novas informações.
T3	Interação com os demais membros do grupo a respeito das informações apresentadas pelo mapa.
T4	Encerrando a exploração do mapa e retornando a situação inicial

Quadro 8: Transições da Rede de Petri da utilização do mapa conceitual

Durante os três casos anteriormente apresentados, o processo de aprendizagem ocorre através dos mais variados recursos como: textos, imagens, vídeos, sons e mapas conceituais, onde juntos contribuem para um melhor processo

de explicação de conteúdos. Segue a seguir uma rede de petri que formaliza como ocorre esse processo durante a utilização dos casos tratados anteriormente.

Na figura 10, L1 determina o estado inicial, onde os jogadores estão interagindo com o ambiente ao desenvolver suas funções no jogo, podendo a qualquer momento qualquer um deles adquirir novos conhecimentos através da interação com os recursos explicação de conteúdos disponíveis (R) e/ou com outros membros do grupo (T2). L3 representa a aquisição de novas informações através da interação com o meio, retornando ao desenvolvimento de suas funções no jogo através da transição T3. Este ciclo ocorrerá todas as vezes que o jogador necessitar de novas informações no decorrer da partida.

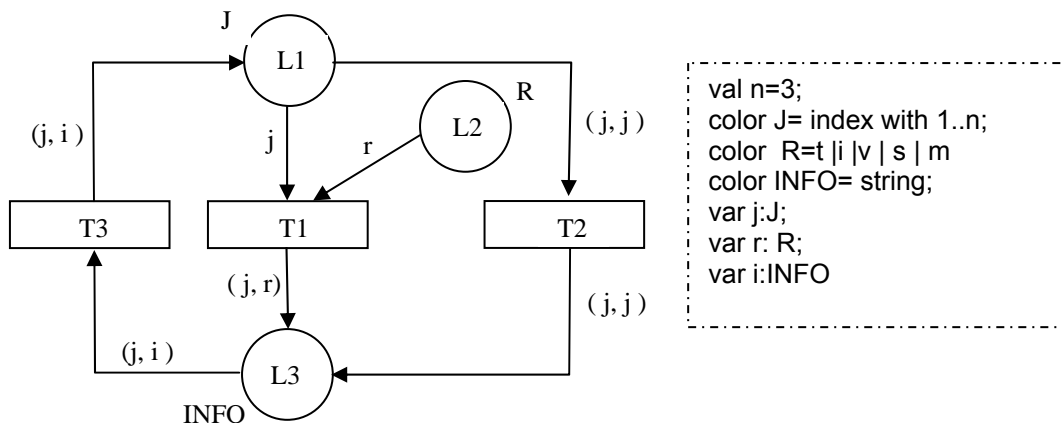


Figura 10: Concepção geral do processo de aprendizagem modelado em redes de petri colorida

Lugar	Descrição
L1	Jogadores interagindo com o ambiente do jogo ao desempenhar seu papel
L2	Recursos disponíveis para explicação de conteúdos
L3	Jogador de posse das novas informações adquiridas

Quadro 9: Lugares da Rede de Petri Colorida do processo de aprendizagem

Transição	Descrição
T1	Jogador interagindo com recurso de explicação de conteúdos
T2	Interação entre jogadores do grupo
T3	Jogador retornado a desempenhar seu papel no jogo

Quadro 10: Transições da Rede de Petri Colorida do processo de aprendizagem

## **5 Contribuição dos textos, imagens, recursos audiovisuais, mapas conceituais e jogos eletrônicos no processo de explicação de conteúdos**

A introdução de recursos didáticos no ambiente escolar não é algo novo, os livros, o quadro negro, o giz e outros elementos constituem recursos já utilizados há muito tempo.

Muitas vezes a utilização apenas do quadro negro e do livro didático dificulta o entendimento de certos conceitos os quais exigem certo nível de abstração e que muitas vezes também não são intuitivos, tornando assim essas aulas entediadas e desmotivadoras.

Cabe assim ao professor proporcionar meios de aprendizagem mais eficazes, que ajudem os alunos a vencerem as dificuldades, buscando sempre utilizar de diversos recursos, já que falhas na aprendizagem de conceitos complexos e difíceis de compreender poderão ocorrer com maior frequência se forem apresentados somente de uma forma verbal ou textual (FIOLHAIS; TRINDADE, 2003).

Não se trata de dar receitas, porque as situações são muito diversificadas. É importante que cada docente encontre o que lhe ajuda mais a sentir-se bem, a comunicar-se bem, ensinar bem, ajudar os alunos a que aprendam melhor. É importante diversificar as formas de dar aula, de realizar atividades, de avaliar. (MORAN, 2000, p. 1).

Nesse aspecto, sugere-se a utilização dos mais variados recursos no processo de aprendizagem, tornando essa interação de recursos um maior despertar pela aprendizagem. Dos recursos sugeridos estão: textos, imagens, vídeos, sons, mapas conceituais e Jogos digitais.

### **5.1 Aprendizagem através de textos**

O texto é uma unidade de organização e transmissão de idéias, conceitos e informações de modo geral. É através da leitura que o aluno constrói novos conhecimentos, deslumbra acontecimentos, se diverte. Este recurso ganhou grande espaço a partir da invenção da imprensa e da democratização do acesso à informação escrita.

O texto é um recurso que promove a imaginação do leitor, onde através da sua leitura é possível construir um mundo de informações em sua mente, seja ela de uma descrição de um lugar, de cenas de uma determinada situação, é possível também criar opiniões, idéias, juízos, conceitos, como também relacionar conhecimentos adquiridos.

Um texto nunca possui apenas um único sentido possível, os seus significados não estão previamente estabelecidos como uma regra, cada leitor poderá abstrair do texto idéias diferentes no decorrer da sua leitura. A legibilidade de um texto depende, portanto, da interação entre leitor, texto e autor, assim, a partir de um mesmo texto, podem ocorrer variadas leituras, ou seja, o texto não é algo acabado, pronto, o leitor é ativo, co-participante do processo de atribuições de significados.

Atualmente é possível encontrá-los em duas condições: impressos e através de recursos eletrônicos. Quando utilizados de forma eletrônica deve-se ter alguns cuidados para que não dificulte a leitura desses textos, como por exemplo: utilizar fontes que facilitam a visão e a leitura na tela, e tomar cuidado em não utilizar cores de fundo que reduzam a legibilidade do texto, porque quanto maior o contraste entre a fonte e o fundo, melhor o desempenho na leitura.

Além disso, também para facilitar a leitura, textos lidos através de recursos eletrônicos, ao invés de impresso, como no caso dos jogos eletrônicos, deve ser quebrado em pequenos blocos. Estudos mostram que a informação organizada em blocos retarda a fadiga e aumenta a compreensão de leituras feitas na tela destes dispositivos (NASCIMENTO, 2006).

Em geral, nos recursos eletrônicos deve haver menos texto do que no material impresso e deve-se utilizar linhas de texto curtas ao invés de linhas longas. Pesquisas mostram que linhas mais curtas de texto são mais efetivas do que as longas (HANSEN; HAAS, 1988). O esforço de movimentar os olhos através de longas linhas de texto na tela do computador cansa rapidamente o usuário.

## 5.2 Aprendizagem através de imagens

As imagens são um importante recurso para comunicação de idéias e conhecimentos pelo fato de assemelharem-se com os objetos que representam. Reproduzem ou imitam um objeto real com maior ou menor grau de abstração, ajudando a compreender algo ou a relacionar idéias, podendo também influenciar comportamentos, persuadir, convencer, motivar, chamar a atenção e até representar sentimentos e emoções. Tem sido meios de expressão da cultura humana desde as pinturas pré históricas das cavernas, milênios antes do aparecimento do registro da palavra pela escritura (MARTINS; GOUVÊA, 2003; PFROMM NETO, 2001).

Sua leitura ocorre a partir de uma descrição do objeto observado ou criado em que o leitor compreendendo a imagem como representação visual utiliza seus conhecimentos empreendendo uma leitura formalista (COSTA, 2007). A leitura de imagens para obter informações, conhecimentos e para fruição é amplamente utilizada já que se desenvolveram técnicas diferenciadas de apresentar estruturas imagéticas que se difundem no tempo e no espaço com muita facilidade, superando o texto escrito como meio de comunicação (MARTINS; GOUVÊA, 2003).

Uma imagem expressa uma mensagem imediata, bem operacional em sua primeira leitura, permanecendo na memória do leitor visual de diferentes formas e semelhanças. Através dela o ser humano tem uma compreensão rápida daquilo que está sendo transmitido (SANTADE; SIMÕES, 2006; DIAS; CHAVES, 1999).

Além do que, as imagens são mais facilmente lembradas do que suas correspondentes representações verbais, tendo assim um efeito positivo na aprendizagem do aluno (MARTINS *et al.*, 2005).

Possuem um enorme potencial graças à sua linguagem universal que pode ser entendida em qualquer lugar (DIAS; CHAVES, 1999). Segundo Simões (2003), dificilmente um não-letrado confundiria uma Coca-Cola com uma Pepsi, pois, apesar da semelhança na cor do líquido, há diferenças na forma dos vasilhames, na forma e na cor dos rótulos, no desenho das letras, etc.

Dessa forma, uma imagem pode ser considerada como um elemento didático ao serviço da educação. Assim, a escola deve proporcionar ao aluno regras de

interpretação que os levem a extrair da imagem toda a sua força comunicativa e toda a ajuda que a mesma possa dar para a compreensão do assunto em estudo (DIAS; CHAVES, 1999). “... o analfabeto do futuro será aquele que não souber ler as imagens geradas pelos meios eletrônicos de comunicação.” (PRETTO, 1996, p. 99).

A principal função das imagens como ferramentas de comunicação na educação é servir como uma referência mais concreta ao significado. Normalmente as imagens melhoram a compreensão daquilo que queremos representar e do que necessitamos aprender. Embora uma imagem não substitua um texto escrito ou uma proposição oral, muitas vezes também estas não substituem uma imagem, devido suas propriedades estruturais, a imagem está mais apta que o discurso verbal a representar realidades organizações (DIAS; CHAVES, 1999). Conforme Martins (1997, p. 294) “em alguns casos a conceitualização de certos conceitos, como campo magnético, depende de sua visualização”.

A utilização de imagens no meio educacional tem como pontos positivos a facilitação do desenvolvimento de capacidades como: memorização, aprendizagem de leitura, aprendizagem de conceitos, desenvolvimento de competências perceptivas e cognitivas, além de ajudar a criar a orientação espaço-tempo (DIAS; CHAVES, 1999).

Ainda com relação ao papel que a imagem desempenha no ensino, é importante apresentar a classificação das funções didáticas das imagens as quais podem ser utilizadas no processo de ensino-aprendizagem. Conforme Diéguez (1978 apud Méndez, 1997) se subdividem nas seguintes funções: motivadora, vicarial, catalisadora de experiências, informativa, explicativa, facilitadora redundante e estética.

A função motivadora é utilizada quando se pretende despertar a curiosidade e interesse dos discentes em determinados conteúdos. Já a vicarial tem como objetivo transmitir algo que é de difícil verbalizar, por ter um conteúdo de difícil decodificação através das palavras ou pela imaginação dos alunos. A catalisadora por sua vez, é quando a imagem facilita a verbalização de um determinado assunto, permitindo a sua compreensão, análise e relação entre fenômenos, sendo esta função uma das mais utilizadas no meio educacional.

A função informativa visa a apresentação de uma série de elementos, fornecendo informações concretas sobre eles, coincidindo em partes com a função vicarial. Permite que os alunos aprendam determinados conteúdos que são de difícil compreensão e explicação de forma verbal, permitindo-lhes ainda memorizar vários aspectos que lhes passariam despercebido ou não seriam compreendidos através de uma explicação essencialmente verbalizada.

A função explicativa, por sua vez, é desempenhada pela imagem quando sobrepomos diversos códigos (dados) numa mesma imagem para explicar graficamente um processo, uma relação, uma sequência temporal. É uma função que utiliza de imagens reais ou realistas com o intuito de gerar explicações que estão incluídas na ilustração.

Já a função facilitadora redundante, está presente quando a imagem ilustra uma mensagem já expressa claramente através do texto, facilitando a atenção, compreensão e memorização por parte do estudante. E por último, a função estética que tem como objetivo torna a leitura mais atraente e agradável, ajudando a quebrar a monotonia da leitura e captar a atenção do leitor.

Pelo que pode ser observado as imagens são excelentes recursos para serem utilizados no meio educacional como auxílio ao processo de explicação de conteúdos, mas infelizmente a ênfase dada a educação pelo texto escrito foi muito maior do que a ênfase dada a educação pela imagem, estando esta última como atividade marginal, associada à ornamentação ao lúdico, ao dispensável, secundário, ilustrativo. (MARTINS; GOUVÊA, 2003).

### **5.3 Aprendizagem através de recursos audiovisuais (vídeos e sons)**

Além das imagens e dos textos, pode-se também trabalhar com vídeos e sons como recursos no processo de aprendizagem. Os vídeos adicionam a este processo certo realismo e permitem demonstrações que imagens estáticas nunca poderão substituir. Oferecem assim, uma aprendizagem mais significativa para o aluno.

Os vídeos podem ser acompanhados ou não de sons, quando acompanhados pelo recurso de áudio possibilita maior imersão por parte do aluno. Já o áudio quando utilizado de forma independente, no meio educacional, deve apenas



complementar a informação já trabalhada através de textos ou imagens e nunca tentar competir com ela. O áudio será como uma ferramenta de reforço de conteúdos, mas não o único meio de representá-lo.

Outra vantagem que os recursos audiovisuais tem com relação as imagens e textos, é que uma determinada idéia ou conceito pode ser percebido através de diversas nuances que definem suas características. O canal visual pode ser mais conveniente para transmitir certas nuances enquanto o canal verbal pode ser mais adequado para transmitir outras.

Quando se utiliza esse tipo de representação múltipla (audiovisuais) todas as nuances de uma determinada informação serão transmitidas através dos dois canais, o que potencializa a capacidade de transmissão por um lado e facilita a possibilidade de recuperação da informação por outro (TAVARES, 2008). Assim, no momento em que o aprendiz recebe uma determinada informação através de várias nuances, a construção de seu conhecimento será muito mais eficaz do que se fosse recebido apenas através de uma única forma de transmissão.

Conforme Ferreira (1975 apud PASSOS; MELO, 1992), os recursos audiovisuais são vistos como meios que facilitam o processo de comunicação em sala de aula. Enriquecendo a experiência do aprendiz, tornando-o mais atraente, significativo e inesgotável (PFROMM NETO, 2001).

O som e a imagem estão maciçamente presentes na vida dos professores e alunos, seja ela através da televisão, do cinema, dos jogos eletrônicos ou da internet. Para Duarte (2002), o homem do século XX jamais seria o mesmo se não tivesse tido o contado com imagens em movimento.

Conforme Parra e Parra (1985 apud GOUVEIA *et al.*, 2008), a audição e a visão são responsáveis por 70% da nossa comunicação diária. É nesse contexto em que os autores atribuem aos vídeos o poder de favorecer o processo de ensino-aprendizagem.

Assim, os vídeos são um recurso interessante para ser utilizado na área educacional com o intuito de introduzir novos conteúdos, despertar a curiosidade dos alunos e motivá-los para novas pesquisas (MORAN, 1995). Por exemplo, assistir

um vídeo sobre como ocorre o surgimento dos tornados, ficaria muito mais fácil, prazeroso e interessante ao invés de ouvir uma longa explanação de como se dá esse processo. Além do que a compreensão do processo será muito mais eficaz quando associado ao visual.

Outra vantagem da utilização de vídeos no meio é educacional, é que esse recurso possibilita criar cenários de realidades ausentes ao aluno, como por exemplo, de fatos históricos que ocorreram há muitos anos ou de locais distantes ou até mesmo de lugares de difícil acesso, como o interior de um vulcão (MORAN, 1995).

Os vídeos permitem também apresentar simulações de experiências, como por exemplo, de química, física ou biologia, que seriam perigosas em laboratórios ou que exigiriam muito tempo e recursos (MORAN, 1995).

Conforme Moran (1995) outro benefício é que os recursos audiovisuais solicitam constantemente a imaginação, e a imaginação está intimamente interligada à afetividade. Por isso os jovens e a grande maioria dos adultos respondem sensivelmente a linguagem do vídeo.

Além de todas as vantagens apresentadas, os vídeos tornam as aulas mais atraentes, pois estimulam a participação e discussão, desenvolvem a criatividade do aluno e melhoram a fixação dos conteúdos. Promovem a motivação, interesse por assuntos novos, facilita o caminho para níveis de compreensão de assunto mais complexos e mais abstratos, possibilitando também colocar o aluno em outros tempos e espaços através de sua imaginação.

Segundo Lopes (1995), quando se fala do emprego de audiovisuais no ensino, não é possível pensar em “recepção passiva”, já que o aprendizado é dinâmico e é um processo de construção de significados. Assim devem-se incorporar estes recursos às salas de aulas explorando seu papel educativo e transformador, com a finalidade de promover a diversidade de leituras e estimular a construção dinâmica de conhecimentos.

Moran (1995), inclusive, relata a influência da música e dos efeitos sonoros utilizados no vídeo, pois evocam lembranças de situações passadas, provocando

associações. Para Carvalho e Gonçalves (2000, p.16), “as imagens do vídeo causam impacto e falam por si mesmas”.

O vídeo também tem uma dimensão moderna e lúdica (MORAN, 1995). Dimensão moderna, pois é um meio de comunicação contemporâneo, novo e que integra várias linguagens. Lúdica, porque permite brincar com a realidade, e mostrá-la aonde quer que seja necessário ou desejável.

Para Passos e Melo (1992), o grande atrativo dos audiovisuais é o poder de persuasão e o imediatismo das mensagens, que constituem força que, sem dúvida, fascinam o espectador. Além do que os vídeos têm um grande potencial de evocar uma resposta emocional imediatamente no estudante (NASCIMENTO, 2006).

Como pode ser visto os recursos audiovisuais (vídeo e som) têm sobre as crianças, jovens e pessoas de um modo geral, grandes vantagens como ferramenta a ser utilizada em sala de aula, facilitando a transmissão de conteúdos. Sendo uma ferramenta poderosa ao alcance do professor para melhoraria do processo de ensino e aprendizagem. O importante é explorá-las da melhor forma possível para que se transformem em colaboradores do processo de aprendizagem.

#### **5.4 Aprendizagem através de mapas conceituais**

Outra maneira de apresentar conteúdos e facilitar a aprendizagem dos estudantes são os mapas conceituais, que são representações gráficas do conhecimento, semelhantes a diagramas, indicando relações entre conceitos ou entre palavras que usamos para representar conceitos e os relacionamentos entre eles.

Todo o embasamento teórico relacionado ao uso de mapas conceituais está baseado na Teoria da Aprendizagem Significativa, de David Ausubel (NAKAMOTO *et al.*, 2005; MOREIRA, 1997; FREITAS FILHO, 2007). Desenvolvida em meados da década de setenta por Joseph Novak na universidade de Cornell, nos Estados Unidos, a teoria explica como o conhecimento é adquirido e como este fica armazenado na estrutura cognitiva do aprendiz. Esta estrutura cognitiva pode ser descrita como um conjunto de conceitos, organizados de forma hierárquica, que

representam o conhecimento e as experiências adquiridas pelo estudante (FREITAS FILHO, 2007).

O mapa conceitual apresenta em um só momento uma informação visual e uma informação verbal. Onde os conceitos são apresentados através de uma rede onde fica explícita a visualização da posição de cada conceito dentro de um conjunto de conceitos que estabelece o assunto que está sendo apresentado.

Segundo Amoretti (2001), a representação do conhecimento em rede facilita a construção do conhecimento porque a memória humana reconhece e retém mais rapidamente tais representações, facilitando o processo mental de compreensão.

Na realização da aprendizagem significativa os mapas conceituais demonstram ser uma ferramenta adequada por propiciar ao aluno desenvolver um processo cognitivo de aprendizagem em que ele próprio orienta a aquisição de novas informações (AMORETTI, 2001; MOREIRA, 1997).

A sua utilização como ferramenta pedagógica, tem se tornado bastante útil para o ensino de diversos conteúdos, possibilitando que um conjunto de conceitos seja apresentado ao aluno, a partir do estabelecimento de relações entre eles (FREITAS FILHO, 2007).

Os conceitos são representados geralmente por círculos ou caixas e os relacionamentos entre conceitos são indicados por linhas conectadas entre eles. As palavras que identificam a linha especificam o relacionamento entre os conceitos. Setas podem ser utilizadas para dar um sentido de direção a determinadas relações conceituais, mas não são obrigatórias (CASTRO, 2005).

A sua utilização no meio educacional, propícia ao aluno, o que Ausubel chama de aprendizagem significativa, que é quando o aprendiz consegue fazer conexões entre as novas informações e o seu conhecimento prévio em assuntos correlatos, adquirindo essa nova informação significado para ele (TAVARES, 2008). Já quando o conteúdo escolar a ser aprendido não consegue ligar-se a algo já conhecido, ocorre o que Ausubel chama de aprendizagem mecânica, ou seja, quando as novas informações são aprendidas sem interagir com conteúdos relevantes existentes na estrutura cognitiva do aluno, ocorrendo assim, normalmente

apenas a memorização sem conseguir correlacionar com outros conhecimentos já existentes e esquecendo rapidamente o que foi aprendido. (NAKAMOTO *et al.*, 2005). Durante certo período de tempo, o aluno é capaz de reproduzir o que foi aprendido mecanicamente, mas nada disso significa nada para ele (MOREIRA, 1997).

A elaboração de um mapa conceitual, por parte do aluno, implica em aprender a agrupar os conceitos segundo seus traços perceptivos e segundo as categorias que tem um significado na sua vida (AMORETTI; TAROUCO, 2000). Através do seu uso, o conhecimento pode ser externado através da utilização de conceitos e palavras de ligação, formando proposições que apresentam as relações existentes entre conceitos percebidos por um indivíduo (ARAUJO *et al.*, 2002).

Os conceitos aparentemente semelhantes para dois objetos revelam-se diferentes na medida em que os mapas conceituais são elaborados e as diferenças são especificadas, isso facilita a aprendizagem significativa porque é mais fácil compreender os aspectos diferenciados de um todo previamente aprendido do que compreender o todo a partir de suas partes previamente aprendidas (AMORETTI; TAROUCO, 2000).

Outra vantagem é que os mapas conceituais apresentam a sequência que os conteúdos devem ser apresentados e compreendidos pelo aluno, de forma a oferecer estímulos adequados a ele (AMORETTI; TAROUCO, 2000; ANDRADE, 2008). O desrespeito a essa sequência poderá gerar conflitos cognitivos que se constituirão em entraves para a sua aprendizagem. (AMORETTI; TAROUCO, 2000).

Assim, os mapas conceituais oferecem aos estudantes uma visão geral entre as partes, oferecendo a possibilidade de estratégias para o gerenciamento da aprendizagem, como verificar erros conceituais e observar qual conhecimento a priori é necessário para a compreensão de uma nova informação e navegação conceitual (NOVAK; GOWIN, 1984 apud NAKAMOTO *et al.*, 2005).

Por se tratar de uma técnica flexível, os mapas conceituais podem ser utilizados em diversas situações e finalidades. Podendo ser utilizados como recurso de aprendizagem, de avaliação e outros (MOREIRA, 1983 apud MONTEIRO *et al.*, 2006).

A partir da utilização de mapas conceituais, no meio educacional, é possível especificar os conceitos envolvidos de um determinado assunto e como este está relacionado com outros (MONTEIRO *et al.*, 2006).

Os mapas conceituais também podem ser utilizados como organizadores prévios, já que facilitam a organização de conceitos por parte do aprendiz e funcionam como pontes entre o que o aluno já sabe e a nova informação que ele precisa aprender (MOREIRA, 1988 apud MONTEIRO *et al.*, 2006).

Como pode ser visto, os mapas conceituais podem ser considerados como instrumentos que levam a modificações na maneira de ensinar e de aprender. Apesar de existirem diversos trabalhos com o uso de mapas conceituais, estes ainda não se incorporaram ao dia a dia da sala de aula.

### **5.5 Aprendizagem através de jogos eletrônicos**

Na educação, a aprendizagem através de múltiplos recursos passa a ser uma estratégia poderosa já que contemplam diferentes percepções do ser humano (KAMPPFF; DIAS, 2003 apud TAVARES, 2008). Segundo Carneiro (2001 apud CAETANO; FALKEMBACH, 2007), quando se utiliza várias mídias, consegue-se abordagens diferentes, representações diferentes e focos diferentes. E com isso a aprendizagem é potencializada.

É nesse aspecto que os jogos eletrônicos digitais se constituem como excelentes ferramentas de auxílio no processo de ensino, por permitirem trabalhar com todos esses recursos (textos, imagens, vídeos, sons e mapas conceituais) e ainda gerar interatividade, motivação, desafio, fantasia e curiosidade, permitindo criar atividades mais efetivas de exploração e descoberta, ao invés de uma sequência organizada de exercícios e práticas dos tradicionais métodos de ensino.

Outra vantagem deste recurso é a possibilidade do aprendiz poder estabelecer o seu ritmo de aprendizagem, tendo o controle do tempo, a liberdade de escolher as condições iniciais e visualizar as diversas possibilidades de evolução. Desse modo cada aluno escolherá seu ritmo conveniente para utilizar os recursos, evitando uma sobrecarga de informações. Quando se apresentam informações num

ritmo acima da capacidade de absorção do aprendiz, ele simplesmente irá ignorar aquilo que se configurar como sobrecarga cognitiva (TAVARES, 2008).

Assim, a utilização de jogos eletrônicos no meio educacional proporciona um aprendizado mais ativo no estudante, já que é fundamental a sua atuação para adquirir os conceitos envolvidos no jogo. Dessa forma tornam-se ferramentas didáticas valiosas no auxílio dos alunos, onde seu uso exercita processos cognitivos como percepção, memória, linguagem, produzindo ainda um ambiente lúdico para o desenvolvimento da aula. É através das tecnologias presentes, que o ato de ensinar e aprender ganha novo suporte com o uso de diferentes tipos de ferramentas educacionais, já acessíveis nos jogos eletrônicos.

Segundo Tanaka (2002), a maioria dos alunos que já possui a prática de manuseio das novas tecnologias e jogos são da geração digital. A escola precisa urgentemente aliar os recursos de textos, imagens, audiovisuais e mapas conceituais as suas práticas pedagógicas, criando desta forma atividades significativas de aprendizagem. É nesse aspecto que a criação de um jogo eletrônico envolvendo todos esses recursos o torna importante como ferramenta de auxílio ao processo de ensino e aprendizagem.

Todos esses recursos apresentados como importantes para o processo de aprendizagem foram utilizados na construção do protótipo, descrito no capítulo 6 deste trabalho, levando em consideração todas as vantagens oferecidas por eles para explicação de conteúdos.

## 6 Protótipo

Os jogos eletrônicos com fins educacionais têm como objetivo proporcionar uma nova didática para o processo de aprendizagem, diferenciando-se dos tradicionais métodos de ensino, por conter o aspecto lúdico, uma boa alternativa para melhoria do desempenho dos estudantes no processo educacional. É através dos jogos que o ato de ensinar e aprender ganha novo suporte, capaz de favorecer a reflexão do aluno, viabilizando a sua interação ativa com determinados conteúdos.

Com o intuito de contribuir para a melhoria do processo educacional, apresenta-se uma ferramenta computacional (jogo eletrônico) que visa ensinar crianças do ensino fundamental, especificamente do 7º ano, conhecimentos sobre vida marinha.

### 6.1 O protótipo “Vida Marinha”

O objetivo desse jogo é fomentar nas crianças a vontade de aprender sobre esses seres, e para que isso fosse possível, exploramos os conteúdos de forma clara, concisos e atrativos recorrendo à interatividade através de imagens, vídeos, sons e mapas conceituais. Como visto no capítulo anterior, esses recursos possuem diversos pontos positivos ao serem utilizados como meios de explicação de conteúdos, tornando-se excelentes meio de comunicação de idéias e conhecimentos.

Os conteúdos explorados pelo jogo já fazem parte da estrutura curricular da disciplina ciências do 7º ano, assim, o jogo se tornará uma ferramenta de apoio a ser utilizada pelos professores, contribuindo com o processo educacional, já que o ato de brincar já faz parte do cotidiano das crianças.

Baseado na arquitetura proposta no capítulo 4, desenvolveu-se o jogo eletrônico intitulado como “Vida Marinha” que permite a explicação de conteúdos no meio educacional de forma lúdica e colaborativa, permitindo assim que os jogadores adquiram o conhecimento apresentado pelo jogo de forma mais efetiva.



O protótipo desenvolvido resulta em um *web game*, que são jogos que podem ser executados dentro de um *web browser* sem a necessidade de instaladores externos, construído para ser jogado on-line com múltiplos jogadores.

Para um melhor entendimento das atividades desempenhadas pelos jogadores, apresentam-se as atividades desenvolvidas nos diversos cenários deste jogo, como forma de situar o leitor deste trabalho.



Figura 11: Tela inicial do jogo

Após o carregamento do jogo, o aluno necessariamente deverá identificar-se com o seu nome ou nome do avatar ou nickname, essa identificação existe com o objetivo de poder permitir aos jogadores identificar o autor das mensagens inseridas, ou até permitir que uma determinada mensagem seja enviada em particular para um determinado jogador. Essa identificação é um ponto importante já que se trata de um jogo *multiplayer*.

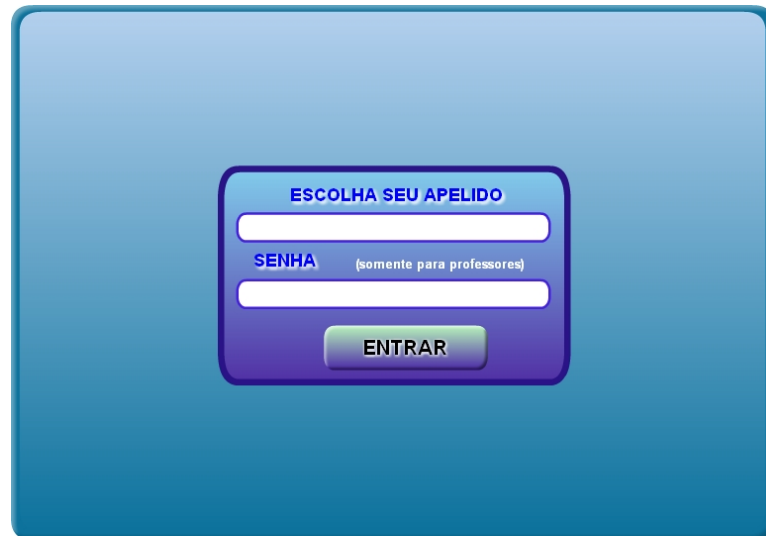


Figura 12: Tela de login

O jogo transmite a sensação de que o jogador está em uma viagem em um submarino. Assim que o jogador inicia uma partida, se conecta ao jogo através da tela de login, ele encontra um mapa-múndi à sua frente no qual deverá inserir o submarino que irá conduzir os tripulantes no decorrer da partida. Nesse ponto é fundamental o diálogo entre os jogadores, para determinarem em que local deverá ser inserido o submarino, quem vai ficar com essa responsabilidade e qual será o papel de cada um durante o jogo. Esses jogadores se comunicam livremente entre si, para determinar suas tarefas, através de uma ferramenta de *chat* presente no jogo.

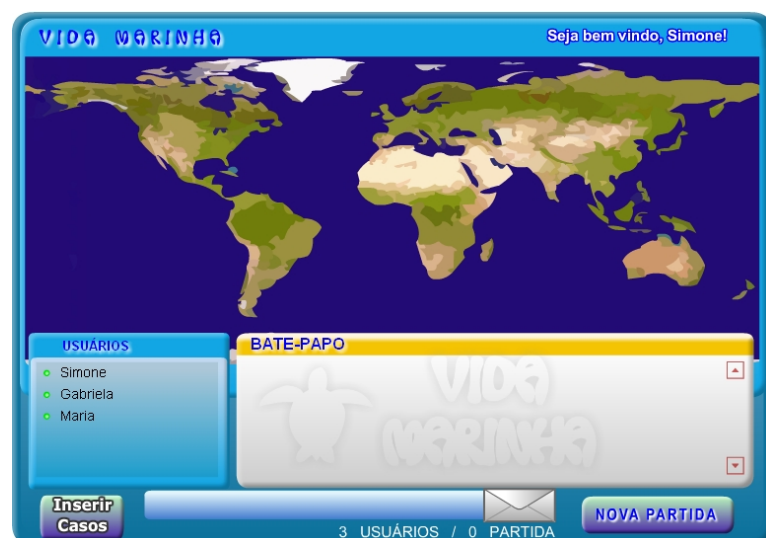


Figura 13: Tela de posicionamento do submarino

No mapa-múndi poderão estar presentes diversos submarinos, já que o jogo permite ser jogado por inúmeros jogadores. Assim, após posicionar o submarino em uma região na qual se deseja identificar os seres marinhos, os jogadores deverão embarcar no submarino inserido pela equipe. Antes de fazer o embarque em um dos submarinos, o jogador poderá ainda, visualizar quais são os submarinos que estão livres para embarcação, como também quais jogadores estão em cada um deles.

Cada submarino permite ter no máximo três tripulantes, onde cada um exercerá um dos três possíveis papéis presentes no jogo: operador de radar, mergulhador ou biólogo. Esses tripulantes comunicam-se livremente entre si, através da ferramenta de *chat*, o que não acontece com membros de submarinos diferentes.

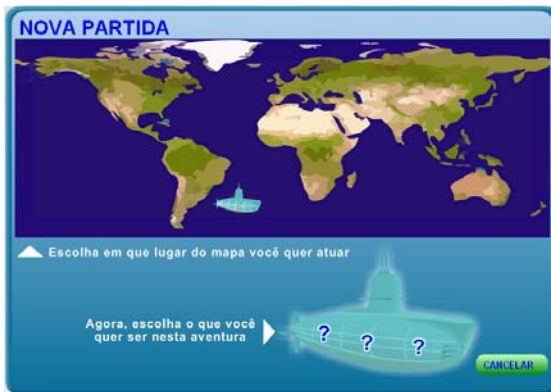


Figura 14: Tela de embarque



Figura 15: Papel do mergulhador

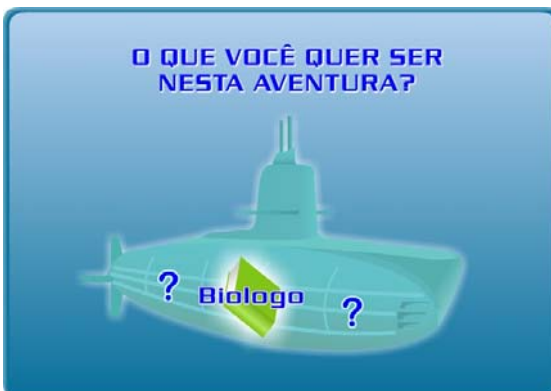


Figura 16: Papel do biólogo

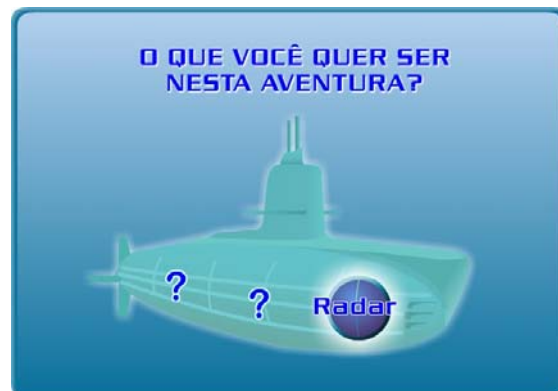


Figura 17: Papel de operador de radar

Devido ao fato de cada um ter seu papel, o desafio do jogo só poderá ser superado de forma colaborativa, assim para cada submarino é necessário obrigatoriamente estar presente os três tripulantes, onde cada um deles com papéis diferentes deverão interagir para que juntos superem o desafio. Essa interdependência entre as partes devem encorajar os diferentes papéis a

colaborarem em todo o decorrer do jogo rumo ao objetivo comum: identificar os seres marinhos e afastar os predadores das tartarugas.

No oceano existem diversos seres marinhos, predadores e não predadores das tartarugas, esses deverão ser identificados e conhecidas as suas características, para que assim possam ser afastados das mesmas. É com a finalidade de se passar uma sensação real do fundo do mar que o jogo apresenta diversos tipos de animais, permitindo ao aluno aprender sobre uma diversidade maior de seres.

Dos papéis presentes no jogo, cabe ao jogador responsável pelo radar vasculhar toda área onde se encontra o submarino com o intuito de encontrar animais a serem identificados, o radar deverá auxiliar esse jogador no sentido de mostrar o surgimento de uma nova ocorrência de espécie marinha. Incumbe a ele também, informar ao jogador mergulhador que algo foi identificado e que este deve imediatamente ir até as proximidades da ocorrência para fotografá-la. Na realidade, só é possível ver que há uma mancha no fundo do mar. É de responsabilidade do mergulhador ir até as proximidades dessa mancha e fotografar a ocorrência. Nesse ponto é de fundamental importância o recurso do *chat*, porque somente através da descrição feita pelo operador de radar que o mergulhador poderá saber qual animal deverá ser fotografado.



Figura 18: Tela do operador de radar

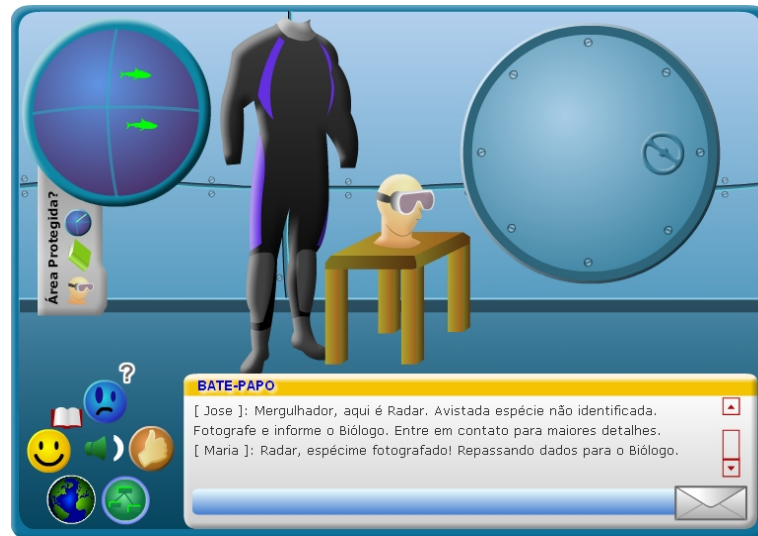


Figura 19: Tela do mergulhador aguardando mensagem do operador de radar

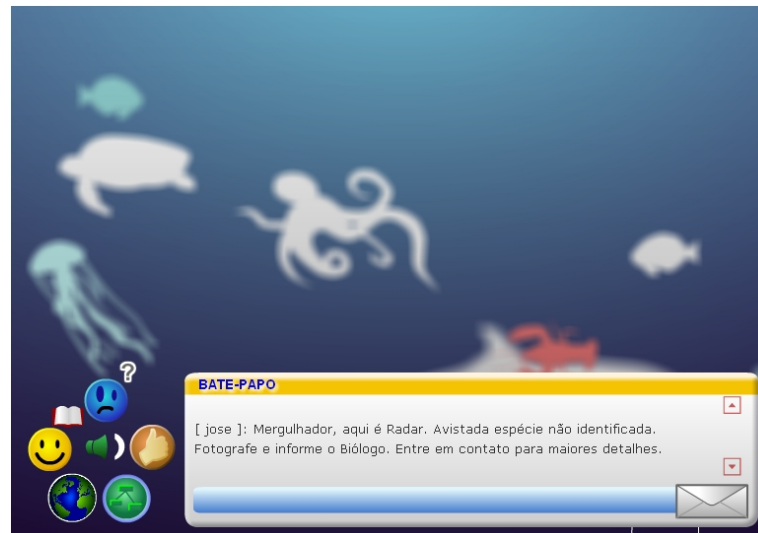


Figura 20: Tela do mergulhador no fundo do mar

O jogador biólogo, através das fotos tiradas pelo mergulhador, deverá identificar a espécie e concluir se é um predador ou não. Para isso, deverá utilizar o recurso de explicação presente no jogo, para que possam ser recuperados todos os casos armazenados na base de dados de animais similares (da mesma família) ou até do próprio animal, onde todos os integrantes, através desses casos, possam identificar a espécie fotografada, os animais que pertencem a sua família e as características de todos eles. Todos os jogadores são responsáveis pelo resultado e tem que trabalhar como uma equipe para obter êxito.



Figura 21: Tela do biólogo aguardando fotografia do mergulhador

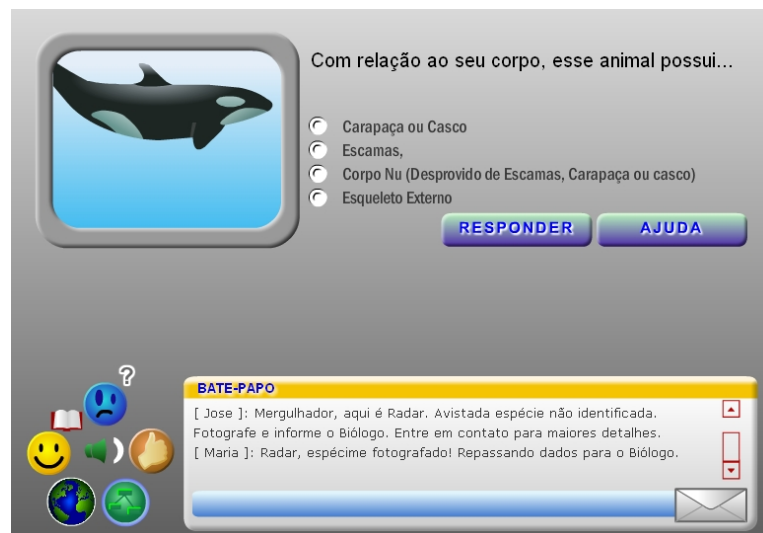


Figura 22: Tela do biólogo de posse da imagem fotografada

Para que isso seja possível, entra em ação o módulo de explicação, o qual irá ajudar os alunos a identificarem as espécies fotografadas através da aquisição de conhecimentos relativos as características dos mesmos. O módulo de explicação contém a representação dos casos e um módulo para a obtenção dos casos mais similares ao em estudo baseado nos parâmetros recebidos do biólogo. Os casos mais próximos contidos na base de casos serão apresentados de forma ordenada pela similaridade com o animal fotografado.

Deste modo, o biólogo de posse dessa fotografia, utilizará o módulo de Recuperação de Casos, para que possam ser recuperados todos os casos de animais similares a ele, para que todos os integrantes através desses casos

identifiquem e aprendam sobre a espécie fotografada e os animais que pertencem a sua família. Dando condições assim, dos jogadores vencerem os enigmas colocados pelo jogo através dos novos conhecimentos adquiridos.

Figura 23: Tela para recuperação dos animais similares

Na utilização do módulo de recuperação de casos, o biólogo com base na imagem apresentada deverá responder as perguntas apresentadas na tela (figura 23), para que este recurso verifique quais animais presentes na base de dados são mais similares com as características descritas pelo biólogo. Os casos serão apresentados a todos os tripulantes na sequência do mais similar ao menos similar. Caso o biólogo informe características divergentes com o animal em questão, correrá o risco desse animal ser apresentado não como o mais similar ou até mesmo não ser apresentado através desse recurso. Nesses casos o biólogo poderá reutilizar o módulo de recuperação de casos permitindo a compreensão de quais características inicialmente divergiam do animal.

Nessa etapa, podemos destacar a importância do biólogo solicitar ajuda dos demais membros do submarino no que diz respeito às características desse animal, para que juntos identifiquem e aprendam sobre ele.

Os casos recuperados poderão ser vistos por todos os membros do submarino, inclusive o professor, que poderá interagir com o grupo através do envio de mensagens, orientando os jogadores com relação ao comportamento dos seres marinhos e a utilização dos casos recuperados.



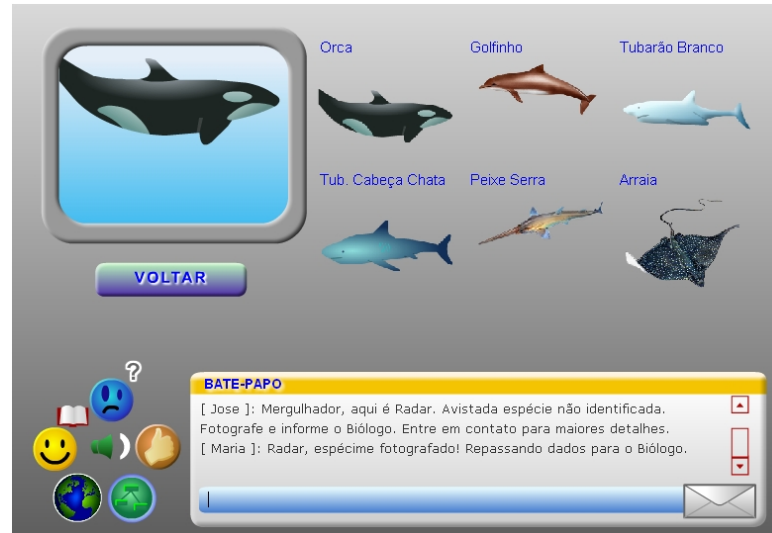


Figura 24: Resultado da pesquisa da recuperação dos animais similares

Cada caso recuperado poderá conter informações de um ser marinho como: uma descrição do animal, seu nome popular e científico, suas características, imagens, vídeos, mapas conceituais e etc. Que juntas irão contribuir para o processo de aprendizagem do aluno (jogador).

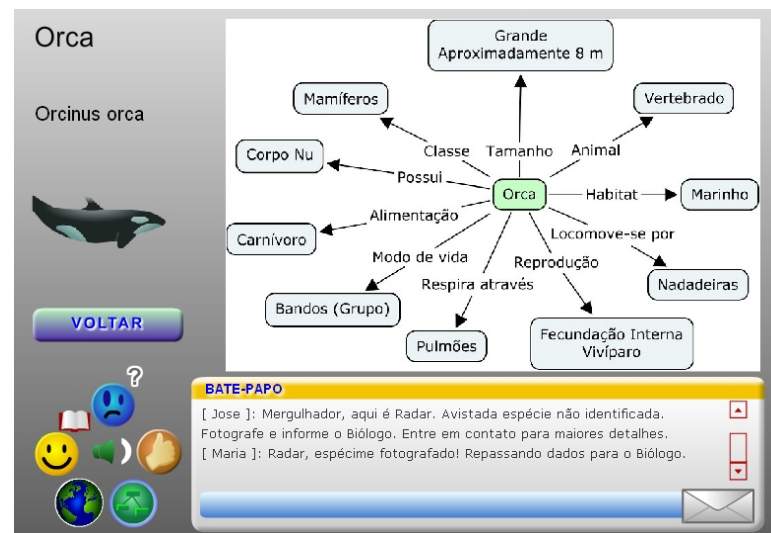


Figura 25: Tela contendo informações de um animal

O aluno poderá ainda contribuir com o jogo armazenando na base de casos um novo caso, surgido através de suas experiências e conhecimentos adquiridos através do jogo. Esse novo caso poderá conter recursos similares aos existentes nos casos já armazenados que são: textos, imagens, vídeos e mapas conceituais. Essa inserção é permitida através do módulo Armazenar Novo Caso presente na interface do aluno, onde serão passadas para o módulo de explicação todas as



informações sobre o novo caso, para que o módulo de armazenamento de casos e criação de índices possa armazená-lo. Esse último módulo irá salvar no banco de dados o registro dessas informações, bem como armazenar em uma área do servidor as imagens, vídeos e mapas conceituais referentes ao novo caso.

The screenshot shows a web form for recording cases. The form includes the following fields and options:

- Nome Popular: [input field]
- Nome Científico: [input field]
- Tamanho:  Pequeno  Médio  Grande
- Ele é:  Peixe  Não é Peixe
- Locomove-se por:  Patas  Tentáculos  Nadadeiras
- Pertence a classe dos:  Vertebrados  Invertebrados
- Possui:  Carapaça ou Casco ou Esqueleto Externo  Corpo Nu (Desprovido de Escamas e Carapaça)  Escamas
- Inclua arquivos referente ao animal (Imagens, Vídeos, Sons ou Mapa Conceituais):
  - Imagem: [input field] [Procurar...]
  - Mapa Conceitual: [input field] [Procurar...]
  - Vídeo ou Som: [input field] [Procurar...]

At the bottom of the form are two buttons: 'Gravar' and 'Limpar'.

Figura 26: Tela de armazenar novos casos

Esse processo poderá ser realizado por qualquer membro do grupo, sendo que o ideal é que durante essa etapa haja a colaboração dos demais membros. Esse monitoramento e orientação será também responsabilidade do professor. O atual recurso encontra-se presente não somente na interface do aluno, como também na do professor.

O papel do professor neste jogo é fundamental, tendo como principal função mediar a aprendizagem dos alunos jogadores através do *game*. O professor poderá visitar qualquer um dos submarinos presentes e acompanhar de perto o que está se passando, podendo ser denominado como um “chefe de pesquisas”. Este deve orientar os alunos (jogadores) durante as partidas como também auxiliá-los com informações a respeito dos animais presentes.

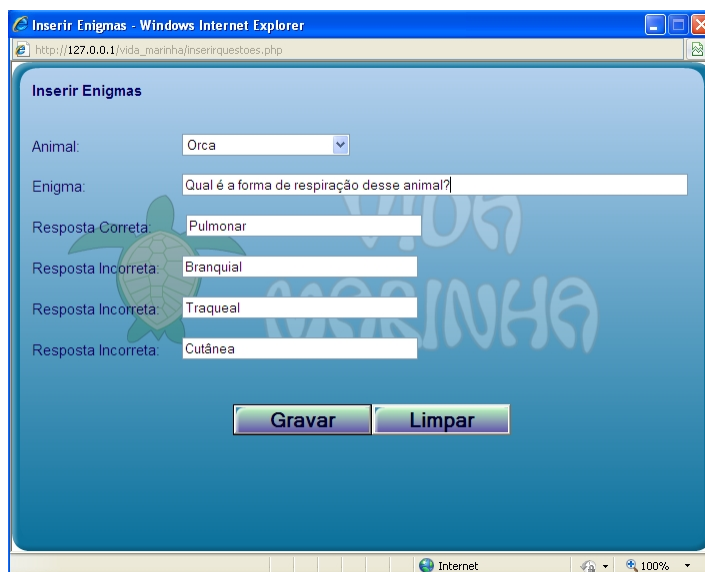
A presença do professor como mediador durante as sessões do jogo é considerada importante em virtude do estado da interação poder ser monitorado e quando se julgar necessário, poder fazer as intervenções necessárias para que haja um bom andamento da aprendizagem desses alunos. Sendo capaz de identificar as contribuições individuais dos jogadores e monitorar seus níveis de participação.



Figura 27: Tela do professor visitando um submarino

Para que os alunos atinjam o objetivo do jogo, que é identificar os seres marinhos e afastar os animais predadores das tartarugas, deverão superar alguns desafios apresentados durante a partida. Esses desafios são enigmas referentes às informações já apresentadas, seja através de uma imagem, um vídeo, um som ou um mapa conceitual. Os jogadores deverão vencer esses enigmas para que consiga atingir o objetivo, isso será possível através da identificação dos animais presentes e dos conhecimentos apresentados sobre eles.

Inicialmente, o jogo disponibiliza uma base de enigmas (desafios), mas permite que possam ser inseridos novos enigmas a qualquer momento pelo professor, com o objetivo de fazer com que os alunos observem características que são consideradas importantes pelo ponto de vista dele.



Inserir Enigmas

Animal: Orca

Enigma: Qual é a forma de respiração desse animal?

Resposta Correta: Pulmonar

Resposta Incorreta: Branquial

Resposta Incorreta: Traqueal

Resposta Incorreta: Cutânea

Gravar Limpar

Figura 28: Tela de inserção de novos enigmas

Esses enigmas armazenados através do módulo de enigmas, serão dispostos aos jogadores a medida que eles interagem com o *game* no decorrer da partida. Os enigmas serão sempre escolhidos através do módulo de enigmas baseados nas informações já apresentadas aos alunos e/ou nas informações referentes ao animal que no momento está sendo apresentado. Este módulo sempre sorteará um novo enigma a cada etapa do jogo para que não se tenha a sensação de que sempre o jogador encontrará o mesmo enigma.

O jogo oferece ainda, a opção do aluno rever a qualquer momento as informações já apresentadas pelos animais identificados. Uma das opções é através do operador de radar que poderá clicar no animal já identificado e solicitar que sejam rerepresentadas as informações referentes a este animal. Essas informações serão rerepresentadas através de uma tela similar a da figura 25. Outra forma é através de um recurso presente a todos os jogadores, inclusive o professor, o qual apresenta um mapa conceitual das informações dos animais até o momento já identificados, sendo este mapa montado dinamicamente pelo *game* a medida que os jogadores identificam e aprendem sobre os animais.

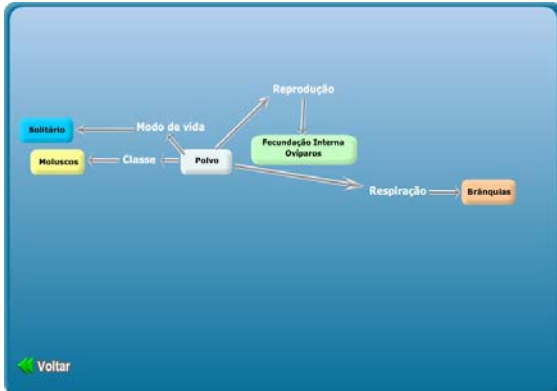


Figura 29: Mapa com um animal

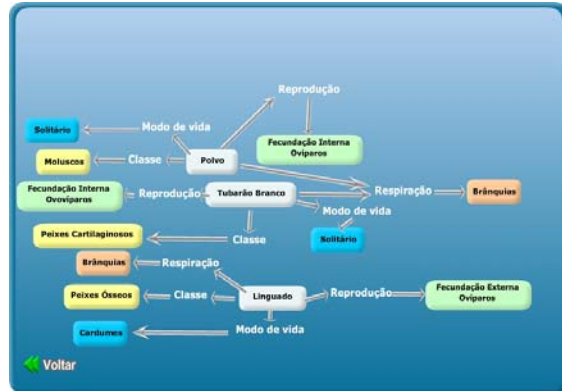


Figura 30: Mapa com mais animais

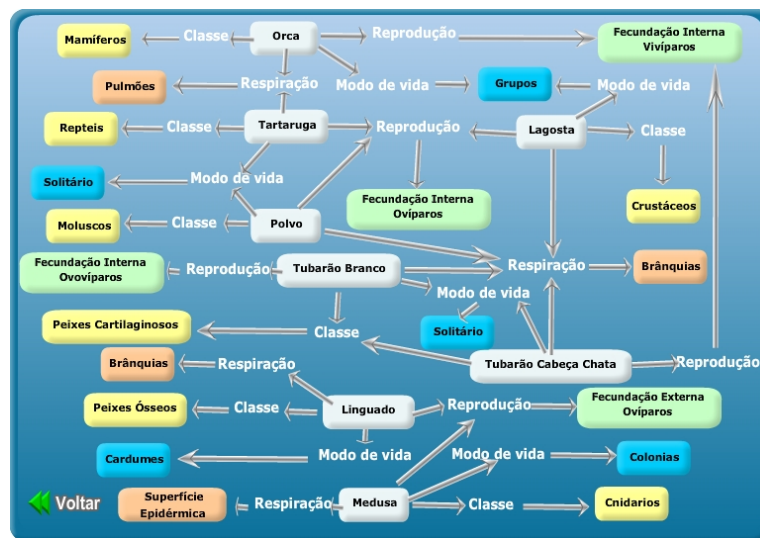


Figura 31: Mapa com diversos animais e características

Como foi possível observar nas figuras 29, 30 e 31 o mapa conceitual dos animais está sendo montado a medida que os alunos identificam os animais marinhos no decorrer de uma partida. Esse mapa, que está sendo montado dinamicamente, permite que o aluno observe através do recurso gráfico as características desses animais e quais dessas características são comuns entre eles. Permitindo ainda, caso deseje maiores informações sobre qualquer um desses elementos apresentados, que ele clique sobre o elemento para que seja exibida uma explicação do que se trata.

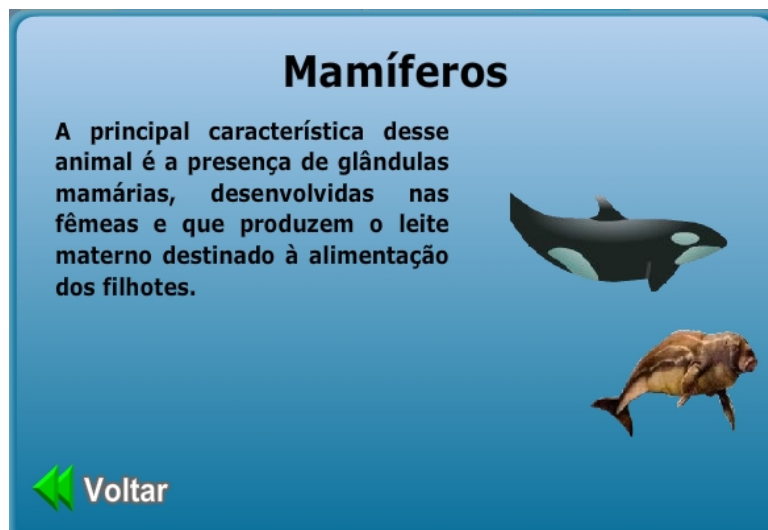


Figura 32: Tela contendo informações de um elemento do mapa

Uma vez identificados os animais e conhecidas suas características, os jogadores deverão afastar os predadores das tartarugas para que possam protegê-las e evitar que estas entrem em extinção. Essa etapa será realizada pelo operador de radar que irá utilizar o sonar para afastar estes animais. É fundamental que todos os membros interajam para que de posse dos conhecimentos adquiridos decidam quais animais deverão afastar. Uma vez que o grupo tenha afastado todos os animais predadores das tartarugas, deverá marcar a área, na qual se encontra o submarino, como protegida e explorar outras áreas através de uma nova partida se assim desejarem.

Durante todas as etapas do jogo, o professor poderá interagir com os alunos (jogadores), realizando monitoramento e oferecendo *feedback* sobre as ações tomadas por eles. Sejam elas relacionadas a comunicação, participação, identificação e aprendizagem dos animais. Dessa forma, o professor torna-se um mediador entre os grupos, esclarecendo possíveis dúvidas e também incentivando a cooperação, a discussão e a manifestação de diferentes pontos de vista na realização das tarefas entre os membros dos grupos. Sua função é orientar o aluno (jogador) para que sejam atingidos os objetivos do jogo de forma colaborativa.

O processo de colaboração deverá sempre estar presente no jogo, desde o momento de deslocamento do submarino para outras regiões, na identificação dos animais, uso do sonar, entre outras atividades. Assim, para que os alunos concluam

o *game*, cada jogador precisará completar suas tarefas como também ajudar seus companheiros aprendizes.

Para que o sentimento de imersão durante o jogo fosse alcançado, foi necessária a criação de uma aliança perfeita da parte gráfica, sonora e narrativa. Tendo como exemplo sons do fundo do mar e do sonar, imagens de animais, tudo para causar a sensação de realismo nas crianças.

A interdependência entre os participantes surgiu com o intuito de encorajar os jogadores que exercem os diferentes papéis a colaborarem por toda parte do jogo rumo ao seu objetivo.

O jogo incentiva o comportamento colaborativo dos jogadores, sendo estimulados através dos recursos presentes como vídeos, imagens, sons e mapas conceituais, exigindo dos participantes a troca de informações durante o decorrer da partida. Ao invés de utilizar um ambiente onde o aprendiz interagisse simplesmente com o *game*, preferiu-se construir um jogo de múltiplos jogadores possibilitando que eles interagissem entre si e com o ambiente. As possibilidades de interação presentes no jogo fazem dele, um instrumento para desenvolvimento de amizades, troca de informações e aquisição de habilidades.

Acredita-se que à medida que os integrantes do grupo interajam com o *game*, acabem aprendendo sobre esses animais de forma divertida e colaborativa, contribuindo assim com a sua formação escolar.

## **6.2 Aspectos tecnológicos do protótipo**

O protótipo “Vida Marinha”, foi desenvolvido baseado no modelo proposto no capítulo 4 deste trabalho e implementado sobre a arquitetura cliente-servidor, onde os jogadores tem acesso ao jogo através de uma página *web*. Para a implementação do servidor foi empregado a tecnologia SmartFoxServer e o desenvolvimento do jogo a plataforma Flash, juntamente com a linguagem PHP e o banco de dados MySQL.

### 6.2.1 SmartFoxServer

O SmartFoxServer é um servidor multiplataforma desenvolvido para integrar perfeitamente com o Adobe Flash para rápido desenvolvimento de aplicativos e jogos multiusuários. Suporta todos os Flash *players* e prover um conjunto rico de APIs para ActionScript 1.0, 2.0 e 3.0 (SMARTFOXSERVER, 2009).

Está disponível em varias versões, a LITE que é completamente gratuita, mas não permite inserir codificação no servidor, tornado-se limitado a algumas aplicações. Até a versão PRO que tem a licença gratuita até 20 conexões, sendo o produto mais completo da série, fornecendo ferramentas sofisticadas para criação de jogos *multiplayer* em tempo real. Utilizou-se neste trabalho a versão PRO gratuita, por se tratar de um protótipo e devido aos custos altos da licença.

Existiram também outras razões que levaram a escolha deste servidor. É uma ferramenta portátil a diversos sistemas operacionais, como Windows, Linux, MacOS, Solaris. Permite que as aplicações sejam escritas utilizando diversas linguagens de programação, como: Actionscript, Javascript, Python e Java; permitindo também acessar diferentes bancos de dados: MySQL, MS SQL, Access e outros. Já possui em sua estrutura todo o esquema de salas de bate-papo (*chat*) e controle de lista de amigos, permitindo conversas pessoais ou em grupos e a criação dinâmica destas salas de bate-papo, recursos esses utilizados na implementação do protótipo.

Considerado rápido e seguro, o SmartFoxServer baseia-se numa arquitetura escalável e de alto desempenho que pode lidar com milhares de clientes, mesmo em uma única CPU.

Essas características o tornam uma solução independente para solucionar aplicações multiusuários sem a necessidade de outros *softwares* do lado do servidor.

### 6.2.2 Plataforma Flash

A plataforma Flash surgiu a partir da ferramenta Flash, desenvolvida inicialmente pela Macromedia com o objetivo de *plug-in* para *Browsers*. Esta plataforma baseia-se no emprego de animações vetoriais e *scripting* para o desenvolvimento de conteúdo dinâmico, seja ele um simples *banner*, ou um jogo

*multi-player*. Atualmente a Macromedia foi adquirida pela Adobe, que tem dado continuidade à esta plataforma.

O *scripting* foi inserido a ferramenta com o nome de ActionScript, linguagem de programação que está especificada no padrão internacional ECMA-262, que é o mesmo das linguagens C, JavaScript e Java, existindo assim grande semelhança do seu código com o dessas linguagens, facilitando a sua compreensão por programadores que já conhecem este padrão.

O Flash combina elementos que definem sua funcionalidade, como gráficos vetoriais e capacidade de compactação. Os gráficos vetoriais são executados mais eficientemente na *web* porque são baseados em computações matemáticas, permitindo o redimensionamento de imagens com perfeição. A compactação, por sua vez, permite o fácil acesso ao conteúdo multimídia mesmo com restrições quanto a largura de banda de conexão.

O recurso de áudio, suportado pelo Flash, permite que os desenvolvedores possam ir além da parte visual e criar sequenciadores de áudio, *mixers* e produzir músicas para jogos para que sejam tocadas em tempo real, enquanto o *game* é executado.

Apesar das vantagens apresentadas, uma das grandes vantagens do Flash é a sua portabilidade, funcionando em praticamente todos os computadores que tenham o Flash Player instalado. Sendo este, inserido em mais de 98% dos computadores pessoais conectados a internet (ADOBE, 2009). Atualmente já é possível desenvolver aplicações Flash para diversas plataformas, como *desktop*, *Web*, dispositivos móveis, estas em diversos sistemas operacionais.

O fato do protótipo se tratar de um *web game*, uma vez que não se conhece muitas informações sobre o *hardware* e os *softwares* instalados no computador do jogador, tornam a portabilidade permitida através desta ferramenta uma das características importantes na sua escolha.

A conectividade do Flash a um servidor web (SmartFoxServer) é feita através de *socket*, que é um mecanismo de comunicação que promove uma conexão entre os computadores. Uma vez a conexão estabelecida, uma máquina cliente poderá



acessar um conjunto de serviços de uma máquina servidor. Os *sockets* são usados para enviar e receber dados de servidores web.

Os *sockets* podem ser usados em aplicações *multi-player* permitindo interação entre os usuários em tempo real, para isso devem manter uma conexão aberta com o servidor, aceitando que este envie qualquer mensagem para clientes conectados a ele. Um exemplo do uso de *socket* no protótipo foi na construção do recurso de *chat* presente no *game*.

É possível integrar o Flash com diversos bancos de dados, não diretamente, mas por meio de alguma linguagem de programação que será chamada pelo Flash. As mais usadas são PHP, ASP, ASP.NET e Cold Fusion.

Diante das vantagens apresentadas, a tecnologia Flash foi escolhida para o desenvolvimento do jogo “Vida Marinha”, também pelo seu bom desempenho na geração de animações interativas, facilidades de manipulação de objetos e gráficos vetoriais, boa qualidade de compactação e curto tempo de criação do jogo se comparado a outras ferramentas. Utilizamos o Flash versão 8, por não exigir muitos recursos de *hardware* para construção do *game*, juntamente com a linguagem de programação PHP e o banco de dados MySQL.

### 6.2.3 PHP

PHP é uma linguagem de *script* amplamente usada, que foi especificamente construída para o desenvolvimento web, permitindo a conexão destas páginas a banco de dados do lado do servidor (PHP, 2009).

Sua sintaxe tem origem no C, Java e Perl com um pouco de características específicas adicionadas. Seu principal objetivo é permitir aos desenvolvedores *web* escrever páginas dinamicamente geradas. Para desenvolver página *web* com PHP, o desenvolvedor necessitará de um servidor com um interpretador PHP instalado. Para o desenvolvimento do “Vida Marinha” utilizamos o servidor Apache versão 2.2.6 com PHP versão 5.2.5.

O PHP tem também como uma das características importantes o suporte a um grande número de banco de dados, como o MS-SQL, MySQL, Oracle, PostgreSQL e vários outros, além de suporte a ODBC e a JDBC.

Possui suporte a outros serviços através de protocolos como SNMP, POP3, HTTP. Sendo possível criar conexões com outros computadores através de *sockets* e interagir com outros protocolos. É uma linguagem *open source* e multiplataforma.

O PHP foi utilizado no protótipo, principalmente nos módulos de enigmas e de explicação. Sendo neste segundo na implementação do algoritmo de obtenção de casos e no armazenamento de casos e criação de índices.

#### **6.2.4 Banco de dados MySQL**

O MySQL é o software mais popular do mundo de banco de dados de código aberto (*open source*), com mais de 100 milhões de cópias de seu *software* baixado ou distribuído ao longo de sua história (MYSQL, 2009).

Com uma boa velocidade, confiabilidade e facilidade de uso, o MySQL se tornou uma das opções preferidas para *web*. O sucesso do MySQL deve-se em grande parte à fácil integração com o PHP incluído, quase que obrigatoriamente, nos pacotes de hospedagem de sites da internet oferecidos atualmente.

Uma das características principais deste banco é ser desenvolvido em código aberto, tem bom desempenho e robustez, ser multi-tarefa e multi-usuário e funcionar num grande número de sistemas operacionais: Windows, Linux, Solaris, MacOS X, entre outros.

Para o armazenamento dos enigmas presentes no jogo e dos casos contento informações referentes a animais, foi utilizado o banco de dados MySQL por permitir todas as vantagens descritas anteriormente e ter uma boa integração com a linguagem de programação PHP.

## **7 O experimento**

Este capítulo tem como objetivo tratar do experimento do protótipo desenvolvido neste trabalho, com o intuito de validar o modelo já apresentado no capítulo 4. Verificando se o protótipo construído segundo essa arquitetura melhora o processo de aprendizagem e aumenta o interesse do estudante por este processo, contribuindo como ferramenta de apoio a ser utilizada pelos professores no meio educacional.

### **7.1 Metodologia aplicada**

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 em duas escolas públicas da cidade de Aracaju, estado de Sergipe, com alunos do 7º ano do ensino fundamental, antiga 6ª série. Essas turmas foram especificamente escolhidas em virtude dos conteúdos, que são trabalhados no jogo, serem os já estudados na disciplina de ciências desta série.

A primeira escola na qual se aplicou o jogo foi o Colégio Estadual Tobias Barreto, escola esta de Ensino Fundamental e Médio situada na Rua Pacatuba, Nº 288, bairro Centro. A segunda escola foi o Colégio Estadual Professor Gonçalo Rollemberg Leite, escola também de Ensino Fundamental e Médio situada na Rua Franklin de Campos Sobral, Nº 1675, bairro Grageru. Ambas consideradas de grande porte e boa qualidade na cidade de Aracaju, levando-se em consideração os parâmetros sergipanos, pois as escolas possuem em média 2000 e 1700 alunos respectivamente. Em ambas as escolas o nível de aprovação dos alunos em vestibulares e concursos está acima da média das escolas públicas estaduais de Sergipe.

Os testes foram realizados no dia 19 de novembro de 2009, no turno matutino na escola Tobias Barreto, acompanhado pela professora Monica Santos e no turno vespertino na escola Gonçalo Rollemberg Leite, acompanhado pela professora Marília Fraga Veiga, ambas professoras da disciplina ciências.

Na primeira escola foram acompanhados 12 alunos, de ambos os sexos, escolhidos aleatoriamente em um universo de 30 alunos, sendo 6 do sexo masculino e 6 dos sexo feminino, com idade entre 12 e 13 anos. Já na segunda escola, foram acompanhados 18 alunos, também escolhidos aleatoriamente em um universo de 27 alunos, sendo 7 do sexo masculino e 11 do sexo feminino, com idade entre 12 e 14 anos.

Em ambas as escolas não foi possível testar o jogo em um universo maior, em virtude das limitações nos laboratórios de informática destas instituições e pelo fato do SmartFoxServer, ferramenta utilizada como servidor do protótipo, possuir limitação de no máximo 20 conexões simultâneas por se tratar de uma versão gratuita. O que não permitirá também um número maior que 18 alunos, já que para cada submarino é necessário obrigatoriamente estar presente os três tripulantes, tendo ainda mais uma conexão para o professor.

Os instrumentos de medição da pesquisa foram dois questionários, sendo um aplicado antes da utilização do jogo e outro após a sua utilização. Nos dois questionários a identificação do aluno era facultativa, podendo ele colocar o seu nome ou *nickname* ou nome do *avatar*. Isso se deu para que o aluno não se sentisse intimidado no preenchimento de determinadas informações dos questionários, o que consequentemente prejudicaria a pesquisa.

O primeiro questionário continha perguntas objetivas com o intuito de definir o perfil desses jogadores e o seu nível de conhecimento no assunto. A escolha por perguntas objetivas se deu em função da faixa etária desses alunos e por acreditar que esse tipo de pergunta facilitaria a aplicação do questionário.

Após a aplicação do primeiro questionário, eles puderam jogar livremente, definindo suas equipes e papéis que gostariam de exercer. Foi permitido que os alunos explorassem o jogo o quanto desejassem, sem controle de partidas e papeis a realizar. As professoras estiveram presentes durante as partidas, desempenhando seus papeis de forma a contribuir com novas informações, esclarecendo dúvidas e incentivando os alunos. Após a utilização do jogo foi aplicado o segundo questionário.

O segundo questionário, composto por perguntas objetivas e subjetivas, teve o objetivo de avaliar e coletar sugestões para o protótipo, como também verificar se houve mudanças no nível de conhecimento do conteúdo de ciências, anteriormente já avaliado.

O tempo gasto para a realização das tarefas foi de 1 hora e trinta minutos, tempo esse equivalente a duas aulas da disciplina. Esse tempo foi gasto com os dois formulários e o ato de jogar, sendo 30 minutos para preenchimento dos formulários e 1 hora para execução do jogo. Os testes foram realizados nos horários das aulas da disciplina ciências para não atrapalhar o andamento das demais disciplinas.

## **7.2 Tarefas executadas**

Este tópico tratará como foi aplicado o experimento, desde a avaliação prévia do usuário, seu comportamento durante a utilização do protótipo, até a avaliação final do jogo.

### **7.2.1 Aplicação do questionário 1**

Este questionário teve o intuito de diagnosticar previamente a situação do grupo frente às seguintes situações: o uso de jogos eletrônicos como entretenimento; a aceitação da utilização de jogos eletrônicos com fins educacionais; e o nível de conhecimento, referente aos conteúdos de ciências, apresentado pelos alunos antes de utilizar o jogo.

Os alunos foram escolhidos aleatoriamente, através de um sorteio realizado antes da aplicação do questionário 1. Na escola Tobias Barreto foram sorteados 12 alunos e na escola Gonçalo Rollemberg Leite 18, sendo esses números definidos em virtude da capacidade máxima dos laboratórios de informática destas instituições e limitações do servidor SmartFoxServer.

Na apresentação dos resultados, o Colégio Estadual Tobias Barreto será tratado como “Escola 1” e o Colégio Estadual Professor Gonçalo Rollemberg Leite como “Escola 2”. Os resultados do questionário foram os seguintes:

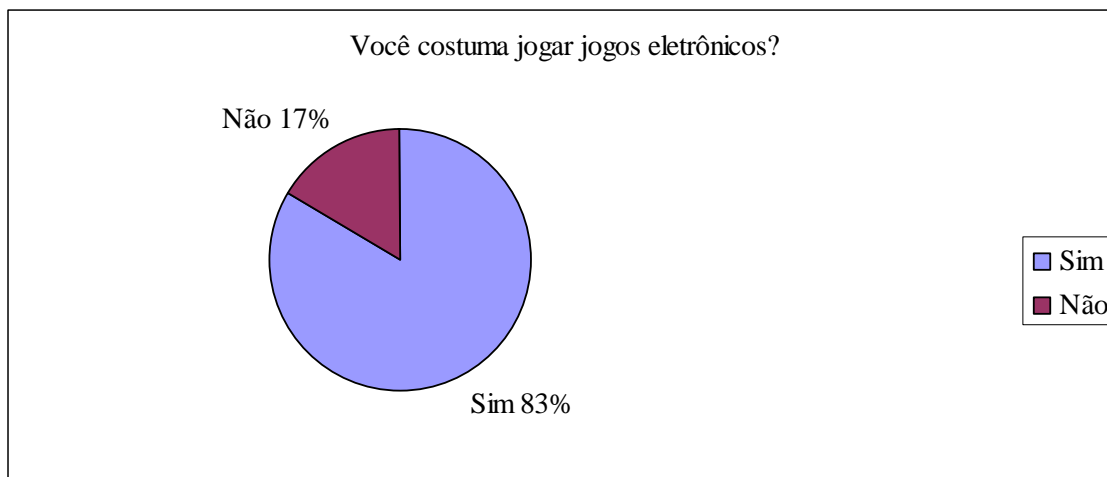


Gráfico 1: Escola 1 - Você costuma jogar jogos eletrônicos?

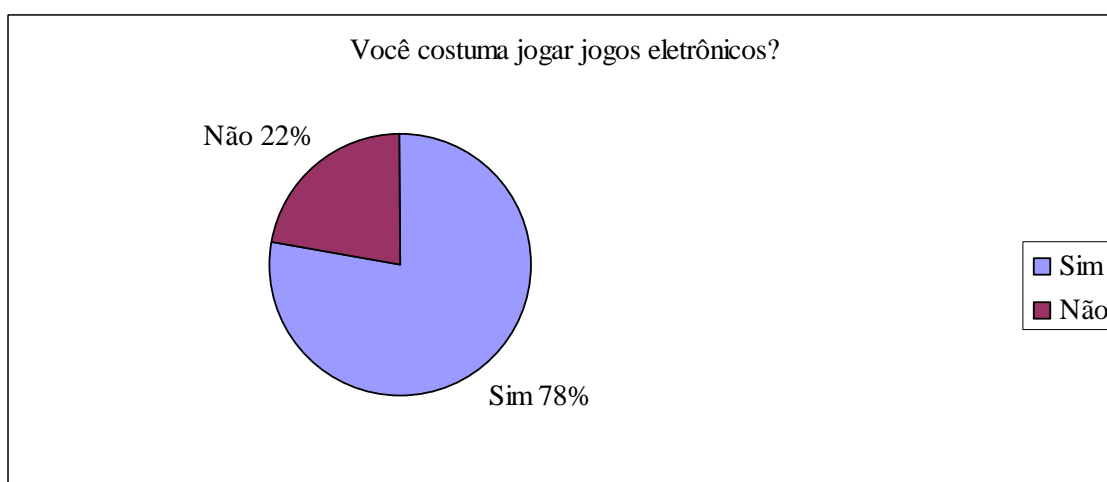


Gráfico 2: Escola 2 - Você costuma jogar jogos eletrônicos?

Como pode ser observado, nos gráficos 1 e 2, a maioria dos alunos costumam ter interesse em jogos eletrônicos. Algo natural, já que os recursos tecnológicos fazem parte do cotidiano deles, pois ao chegar em casa o aluno se depara com computadores, *video-game*, telefone celular, televisão entre outros recursos. Fica evidente portanto que a utilização de jogos eletrônicos em sala de aula, pode ocorrer de forma natural e prazerosa, facilitando o processo de ensino-aprendizagem.

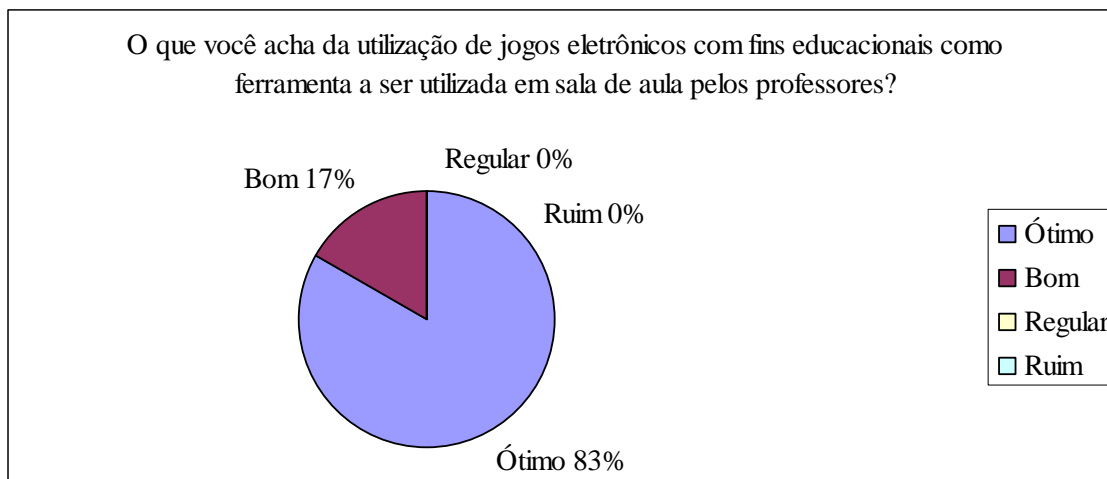


Gráfico 3: Escola 1 - O que você acha da utilização de jogos eletrônicos com fins educacionais como ferramenta a ser utilizada em sala de aula pelos professores?

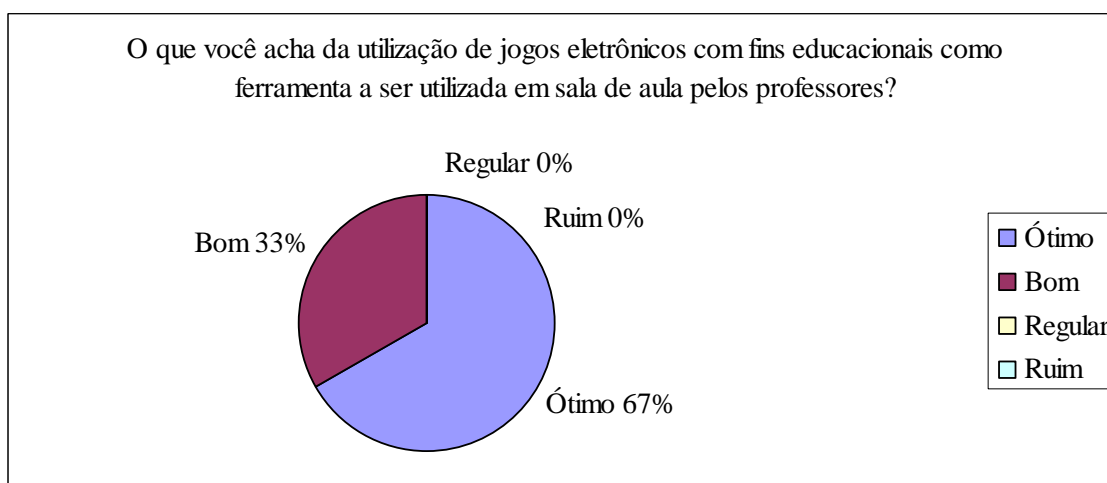


Gráfico 4: Escola 2 - O que você acha da utilização de jogos eletrônicos com fins educacionais como ferramenta a ser utilizada em sala de aula pelos professores?

Nesta segunda pergunta (gráficos 3 e 4) foi constatado que todos os alunos tem interesse na utilização de jogos eletrônicos em sala de aula. Já que 83% dos entrevistados na escola 1 e 67% na escola 2 responderam que acham ótimo a sua utilização e os demais entrevistados responderam que acham bom utilizar jogos em sala de aula. Portanto cabe ao professor empregar esses recursos de aprendizagem para fazer o aluno vencer suas dificuldades com mais facilidade.

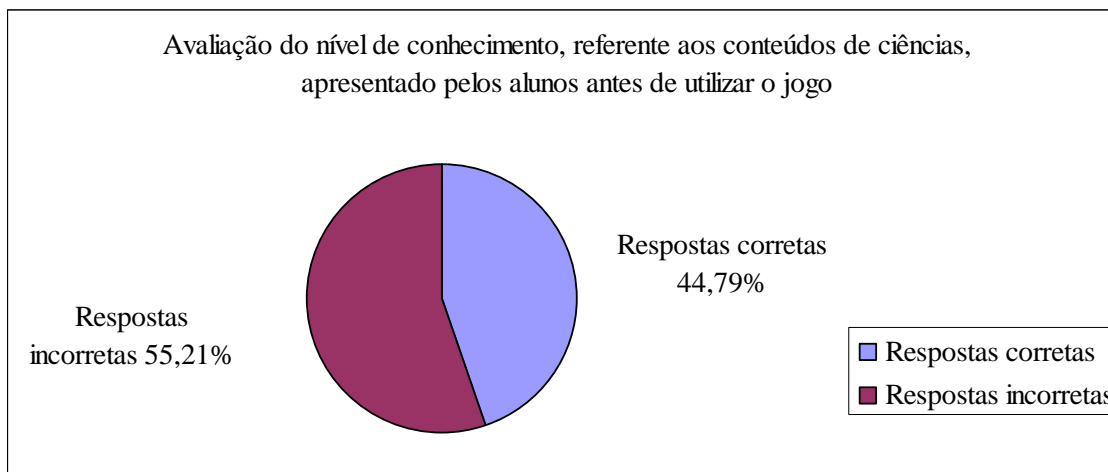


Gráfico 5: Escola 1 – Avaliação do nível de conhecimento, referente aos conteúdos de ciências, apresentado pelos alunos antes de utilizar o jogo.

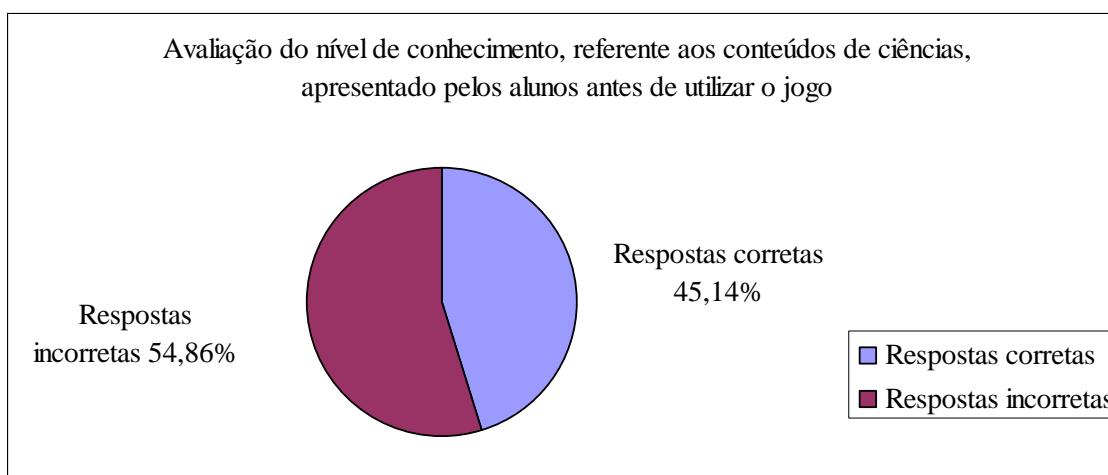


Gráfico 6: Escola 2 – Avaliação do nível de conhecimento, referente aos conteúdos de ciências, apresentado pelos alunos antes de utilizar o jogo.

Com o objetivo de diagnosticar o nível de conhecimento dos alunos antes da utilização do jogo, foi aplicado um conjunto de perguntas referentes aos conteúdos de ciências ministrados no 7º ano. Chegou-se então aos resultados apresentados nos gráficos 5 e 6 que demonstram um rendimento em torno de 45%, índice este considerado baixo já que para aprovação na disciplina nas escolas avaliadas é necessário o mínimo de 50% de rendimento.

### 7.2.2 Utilização do protótipo

Após a aplicação do primeiro questionário, foi feita uma pequena apresentação do jogo para melhor situar os alunos no uso do *game* e demonstrar



seus objetivos e funcionalidades. Em seguida os alunos escolheram os computadores nos quais desejavam jogar e iniciaram a partida.

Observou-se que no início houve um grande interesse no recurso de *chat* presente no jogo, acredita-se que seja pelo motivo deste tipo de ferramenta já ser bastante utilizado por estes alunos. Notou-se também que antes mesmo do início da partida, os alunos já tinham definido quais seriam as equipes, porém estes não tinham escolhido seus papéis. Apesar disso, a interação com o *chat*, permitiu a definição dos papéis, onde os alunos inseriram o submarino, sem nenhuma dificuldade.



Figura 33: Alunos da Escola 1



Figura 34: Alunos da Escola 2

Notou-se ainda, que algumas equipes foram reestruturadas, apesar de inicialmente já estarem definidas por eles mesmos. Isso se deu devido a escolha dos papéis na hora da utilização do jogo. As professoras acompanharam toda a interação para definição de papéis, equipes e início da partida, sem necessidade de intervenção alguma.

Os alunos interagiram com o jogo de forma rápida, tendo apenas alguns problemas com as equipes que colocaram na identificação do seu nome, caracteres especiais ou espaço em branco, onde o jogo apresentou o problema de não conseguir fazer com que o mergulhador caísse na água para tirar fotos dos animais. Em ambas as escolas esse problema foi apresentado, e sugerimos que as equipes reiniciasse o jogo com nicknames sem essas características.

Em todo o momento, as professoras interagiram com os submarinos, oferecendo opiniões sobre as ações tomadas, esclarecendo dúvidas, auxiliando os

alunos com informações a respeito dos animais presentes e incentivando os jogadores a colaborarem com os membros da equipe.

Das escolas avaliadas, a professora da escola Gonçalo Rollemberg Leite, teve um maior trabalho para interagir com os alunos, já que o número de alunos era 50% maior do que o da outra escola. Esta trabalhou com 18 alunos em 6 equipes, mediando a aprendizagem através do jogo.

Segundo as professoras, as equipes evoluíam no jogo de forma muito rápida, não dando tempo, em alguns casos, de acompanhar mais de perto essa evolução. A sugestão das professoras seria de jogar um número menor de equipes para que assim pudessem ter um melhor acompanhamento e conseqüentemente um melhor *feedback* das ações tomadas, ou um número maior de professores acompanhando esses alunos.

Todas as equipes conseguiram vencer os enigmas apresentados pelo jogo e identificar todos os animais, tendo algumas equipes dificuldades em afastar os predadores das tartarugas, já que para o encerramento da partida é necessário afastar todos os predadores presentes no fundo do mar. O que aconteceu com diversas equipes foi o fato de achar que ao afastar um determinado animal de uma espécie, não era necessário afastar os demais. Não conseguindo assim finalizar o jogo.

Após o encerramento do tempo previsto para utilização do jogo, a maioria dos alunos, principalmente da escola Tobias Barreto, já perguntavam em que endereço da Internet o jogo estava presente para que pudessem continuar jogando. Informou-se que no momento o mesmo ainda não estava disponível na web, mas que em breve ele será disponibilizado. Os alunos solicitaram que as professoras deles fossem informadas após a implantação na internet, possibilitando assim outros momentos como aquele.

### **7.2.3 Aplicação do questionário 2**

A aplicação do segundo questionário ocorreu logo após o fim do jogo. Esse segundo questionário teve como objetivos: coletar informações a respeito do jogo, da utilização de jogos em sala de aula e verificar se houve alguma melhora no nível

de conhecimento dos alunos, em se tratando dos conteúdos de ciências apresentados pelo jogo. Assim obteve-se os seguintes resultados:

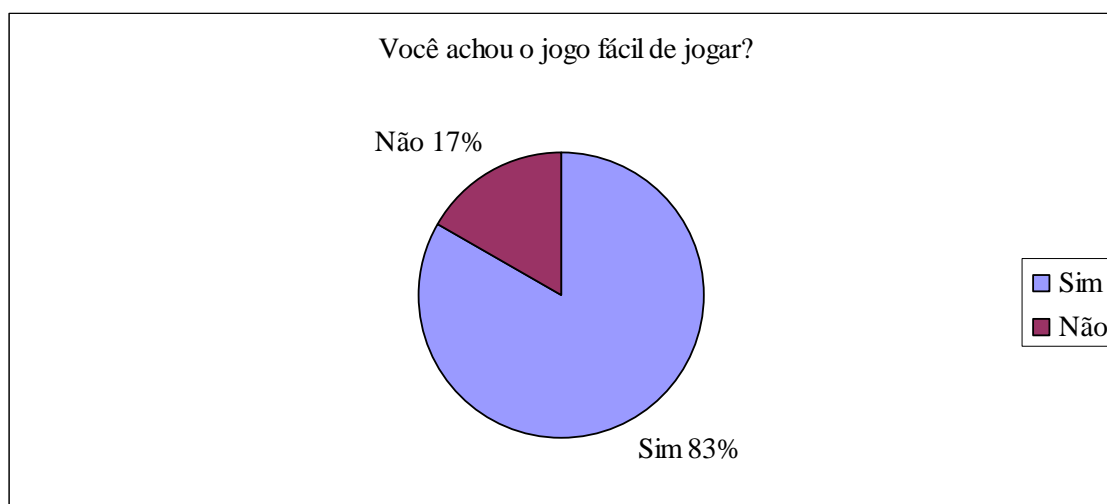


Gráfico 7: Escola 1 – Você achou o jogo fácil de jogar?

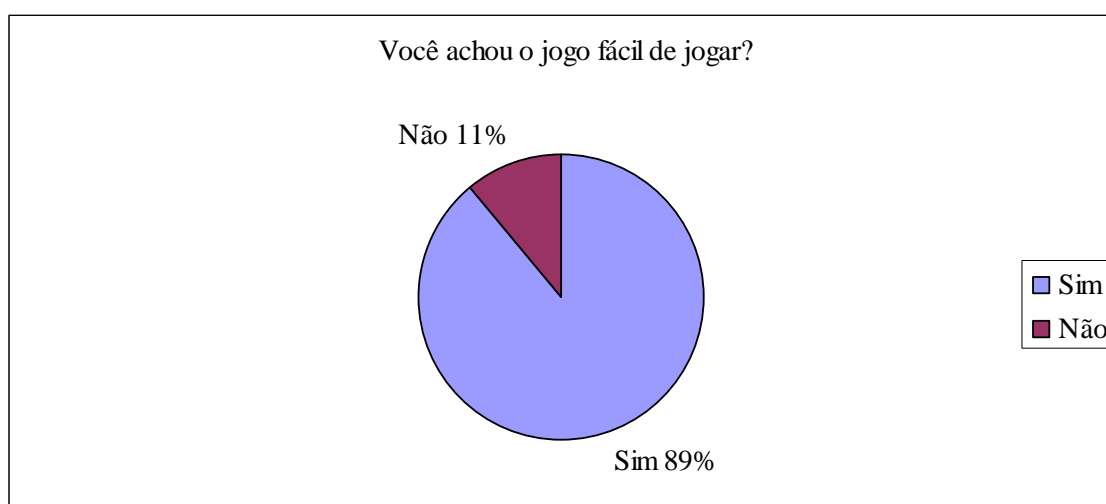


Gráfico 8: Escola 2 – Você achou o jogo fácil de jogar?

Esta primeira pergunta teve como objetivo avaliar a usabilidade do protótipo. Como foi observado, em ambas as escolas a grande maioria dos alunos acharam o jogo fácil de jogar, o que equivale a uma média de 86,66 % dos alunos avaliados. Sendo um ponto positivo ao protótipo, já que para ser uma ferramenta de apoio ao ensino, não poderia ser de difícil uso.

Logo em seguida, foi verificado se os alunos acharam o jogo divertido, e conforme valores apresentados a seguir (gráfico 9), pode-se afirmar que os alunos gostaram do protótipo.



Gráfico 9: Escola 1 e 2 – Você achou o jogo divertido?

Esse ponto também é muito importante para a avaliação do protótipo, já que se eles não gostassem do jogo, provavelmente não teriam vontade de explorá-lo em outros momentos, e com isso o jogo dificilmente contribuiria para a melhoria do seu desempenho.

Os alunos também foram indagados se os conteúdos presentes no jogo foram apresentados de forma clara e se após a sua utilização ficou mais fácil a compreensão dos conteúdos abordados. E obtivemos os resultados apresentados nos gráficos 10 a 13.



Gráfico 10: Escola 1- Os conteúdos que estavam no jogo foram apresentados de forma clara?

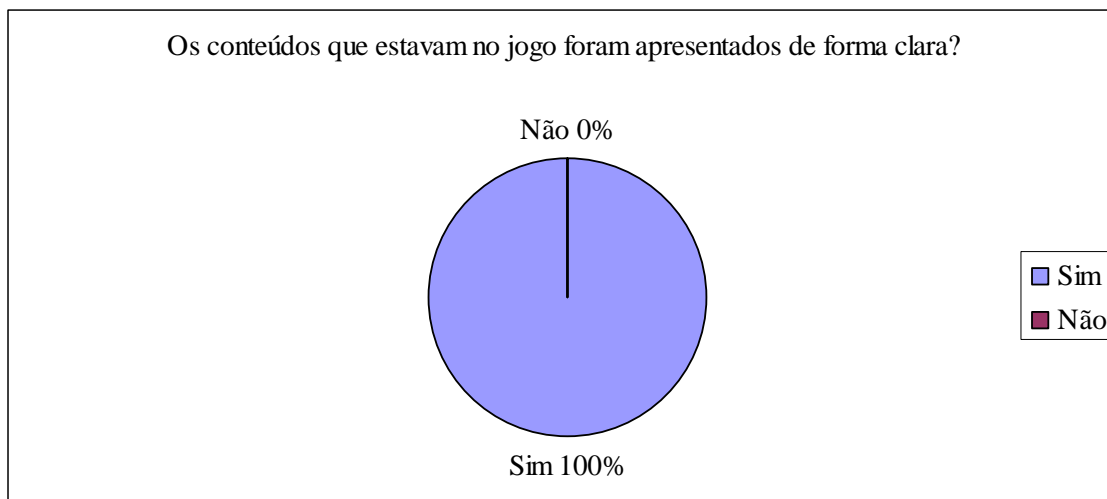


Gráfico 11: Escola 2- Os conteúdos que estavam no jogo foram apresentados de forma clara?



Gráfico 12: Escola 1 – Após a utilização do jogo ficou mais fácil a compreensão dos conteúdos abordados pelo jogo?

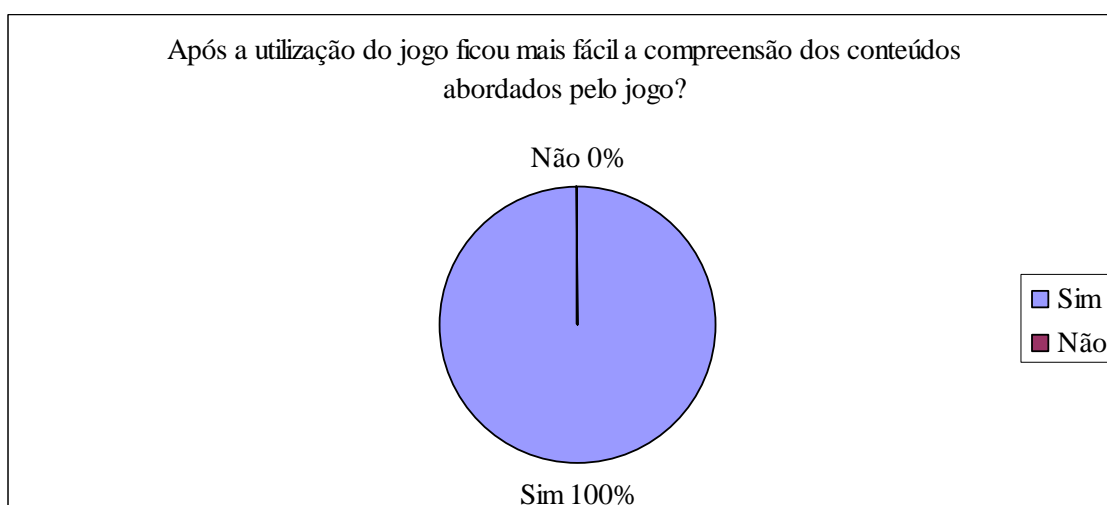


Gráfico 13: Escola 2 – Após a utilização do jogo ficou mais fácil a compreensão dos conteúdos abordados pelo jogo?

. Esses resultados são considerados importantes já que o objetivo do jogo, além de divertir, é ensinar crianças conhecimentos referentes às características dos seres marinhos. Apesar dos alunos terem gostado do jogo, não significa que os conteúdos de ciências foram apresentados de forma clara e tornado mais fácil a sua compreensão.

Conforme observado nos gráficos 10 a 13, o protótipo se comportou como uma boa ferramenta para a explicação de conteúdos, onde os índices apresentados foram satisfatórios nas duas escolas. Caso isso não acontecesse, a ferramenta não seria uma alternativa para melhoria do desempenho dos estudantes no processo educacional, tornando-se meramente mais um jogo entre os diversos já existentes.

E por último, foram questionados sobre a utilização desse jogo na aula de ciências e se os mesmos gostariam de usar mais jogos em sala de aula. Os resultados seguem índices similares aos anteriormente apresentados.

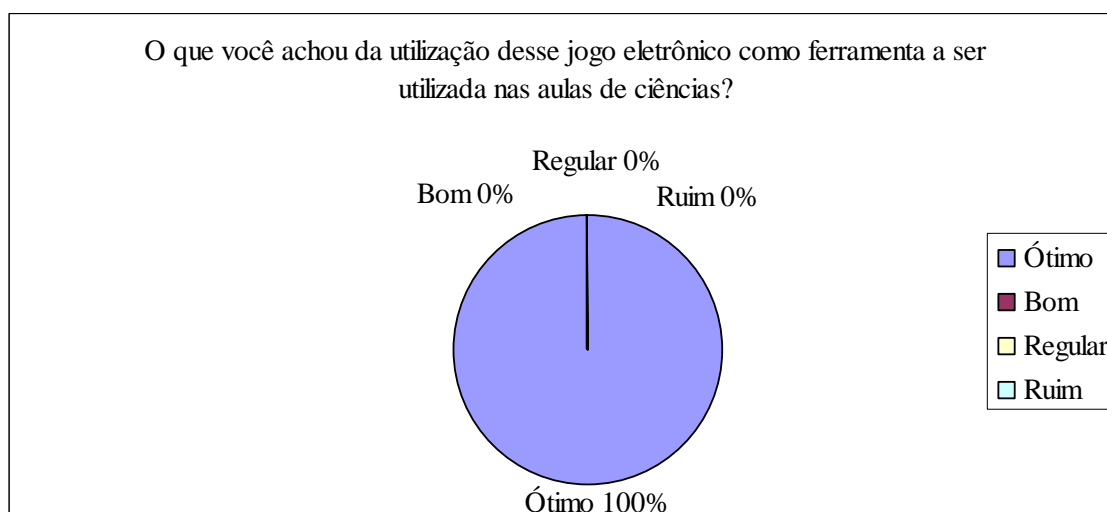


Gráfico 14: Escola 1 – O que você achou da utilização desse jogo eletrônico como ferramenta a ser utilizada nas aulas de ciências?

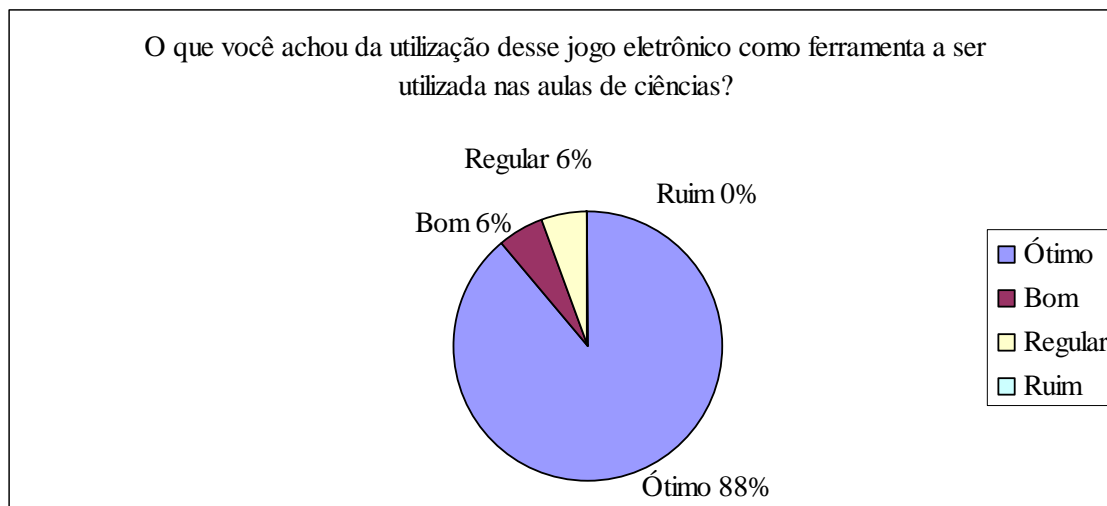


Gráfico 15: Escola 2 – O que você achou da utilização desse jogo eletrônico como ferramenta a ser utilizada nas aulas de ciências?

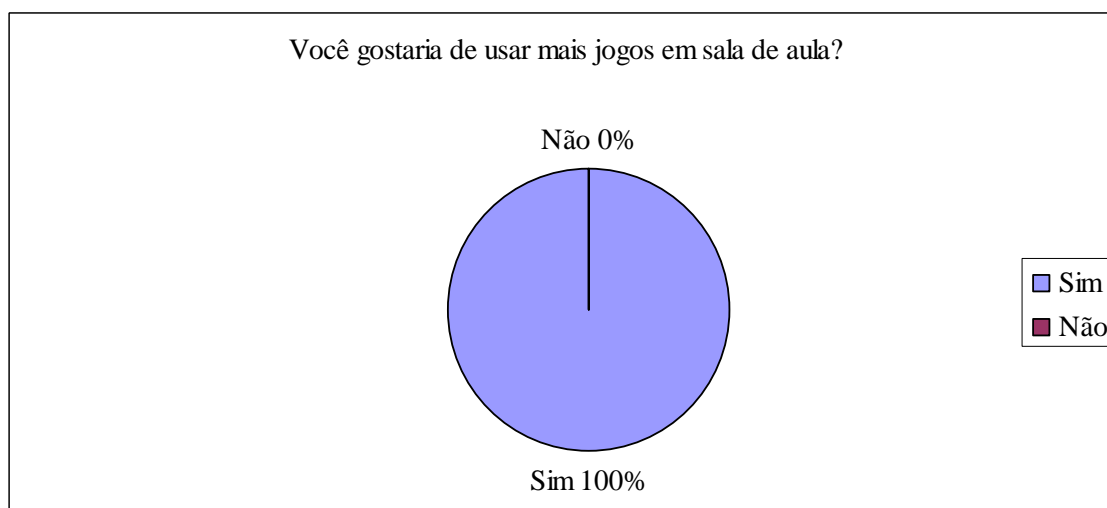


Gráfico 16: Escola 1 e 2 – Você gostaria de usar mais jogos em sala de aula?

Logo em seguida o questionário 2 reavaliou o nível de conhecimento dos alunos, referente aos conteúdos de ciências, após terem jogado duas partidas do jogo Vida Marinha. E os resultados foram os seguintes:

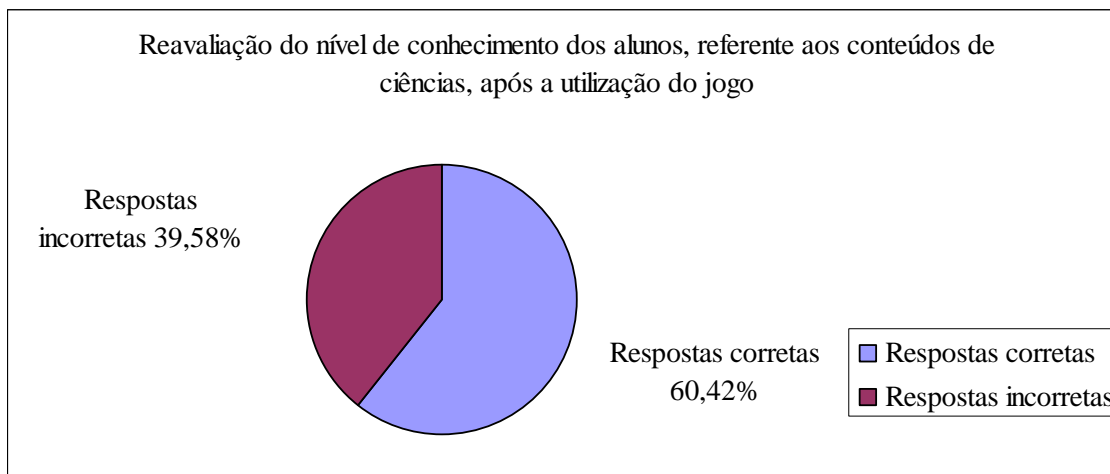


Gráfico 17: Escola 1 – Reavaliação do nível de conhecimento dos alunos, referente aos conteúdos de ciências, após a utilização do jogo

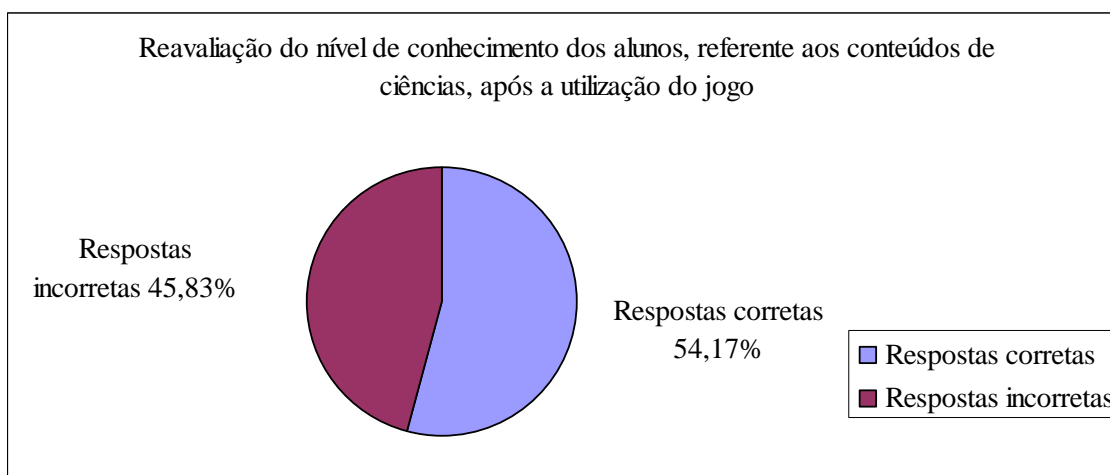


Gráfico 18: Escola 2 – Reavaliação do nível de conhecimento dos alunos, referente aos conteúdos de ciências, após a utilização do jogo

Observou-se que nas duas escolas houve uma melhora no nível de conhecimento após a aplicação do jogo, pois inicialmente os alunos se encontravam com um nível de rendimento em torno de 45% e após a aplicação do jogo, o índice de aprendizagem ficou em torno de 57%. Validando assim o uso do protótipo como alternativa a ser utilizada em sala de aula pelos professores de ciências, bem como a validação da arquitetura sugerida no capítulo 4 como modelo para desenvolvimento de outros jogos com fins educacionais.

### 7.3 Discussão dos resultados

Após a aplicação dos questionários, utilização do jogo, tabulação e análise dos dados, percebeu-se que na escola Tobias Barreto (escola 1) houve um melhor



desempenho dos alunos em se tratando do nível de rendimento dos conhecimentos referentes aos conteúdos de ciências. Anteriormente o índice era de 44,79% e foi para 60,42%, diferentemente da escola Gonçalo Rollemberg Leite que tinha inicialmente um índice de 45,14% e passou para 54,17%. Acredita-se que o melhor desempenho dos alunos da escola Tobias Barreto se deu em virtude desta escola ter um maior índice de alunos que já costumam jogar jogos eletrônicos, conforme apresentado nos gráficos 1 e 2, e também por eles terem um maior interesse pela utilização de jogos eletrônicos com fins educacionais conforme apresentado nos gráficos 3 e 4.

A professora da escola Gonçalo Rollemberg Leite teve mais dificuldade em interagir com sua turma, em virtude da quantidade de alunos que participaram da pesquisa ter sido bem maior nesta unidade de ensino. Segundo ela não deu tempo, em alguns casos, de acompanhar mais de perto a evolução dos alunos durante a partida. Conseqüente, o esclarecimento de dúvidas, o auxílio nas informações a respeito dos animais presentes no jogo, das ações tomadas pelas equipes e incentivo aos jogadores, foram prejudicados nesta escola.

Mesmo assim, os dois índices apresentados pelas duas escolas foram satisfatórios, já que os alunos utilizaram o jogo pela primeira vez e jogaram apenas por uma hora. Eles obtiveram uma média de evolução de 27,44%, tendo a escola Tobias Barreto um índice de 34,89% e a escola Gonçalo Rollemberg Leite de 20%. Após a aplicação deste protótipo, os alunos avaliados se enquadraram em novos índices: em torno de 57% em relação ao nível de conhecimento dos conteúdos de ciências apresentados. Índice este considerado satisfatório já que nas escolas avaliadas é necessário o mínimo de 50% de rendimento para a aprovação do aluno.

Acredita-se que a utilização do jogo por um período maior de horas e o fato de um professor orientar um número menor de equipes faça com que esses índices melhorem. Isso se dá por acreditar que haverá uma continuidade na utilização do protótipo por parte dos alunos, como foi verificado anteriormente.

Em um espaço para sugestões disponível no questionário 2, uma aluna de 12 anos da escola Tobias Barreto escreveu o seguinte: “Que poderiam fazer mais jogos desses pois fica mais fácil de compreender os assuntos de ciências”, e de mais duas

alunas da escola Gonçalo Rollemberg Leite, também de 12 anos, a primeira: “Gostei muito do jogo e gostaria que tivesse esse jogo em sala de aula”; a segunda: “Que todos os alunos tenham direito de saber desse jogo é muito legal”.

A implantação desse jogo em um servidor web facilitará a sua utilização nas escolas, podendo ser jogado livremente sem limites de tempo, partidas e papéis a exercer, contribuindo com o processo de aprendizagem.

Isso tudo leva a acreditar na eficiência do modelo proposto, mostrando que tanto a arquitetura criada como o protótipo desenvolvido atingiram o objetivo de gerar uma melhor explicação de conteúdos, tornado muito mais prazeroso o processo de ensino e aprendizagem.

## Conclusão

Durante muito tempo confundiu-se “ensinar” com “transmitir”, e o contexto em que o aluno era visto como apenas um agente passivo da aprendizagem e o professor como um transmissor, foi deixado para trás a partir do momento que surgiram novas tecnologias no processo educacional, que vieram abrir as portas para a utilização de recursos tecnológicos, como jogos eletrônicos, que extrapolam a visão tradicional de ensino.

Nesse momento, onde a tecnologia tem assumido um papel importante na vida das pessoas é exigida da educação uma inovação na maneira de ensinar baseada na utilização dessas novas tecnologias. O atual ensino ministrado nas escolas deve acompanhar essas tendências, caso isso não ocorra, o mundo escolar se tornará cada vez mais distante do mundo atual vivido pelos alunos.

As possibilidades não lineares dos jogos digitais podem ser vistas como um dos aspectos que mais os diferenciam de outras mídias educacionais, onde a tecnologia utilizada tem o propósito de maximizar a interação do usuário com o conteúdo.

Através deste trabalho constatou-se a importância para a utilização de novas tecnologias no meio educacional, mostrando a importância de se criar novas ferramentas que contribuam para o processo de ensino e mudança dos atuais modelos de aprendizagem.

Foi desenvolvido um jogo eletrônico, chamado de Vida Marinha, baseado na arquitetura proposta no capítulo 4, com o intuito de validar o modelo sugerido. O jogo visa ensinar crianças do ensino fundamental conhecimentos sobre vida marinha, incentivando a colaboração entre os membros do grupo. Os conteúdos são apresentados no jogo através de diversos recursos como imagens, vídeos, sons e mapas conceituais, favorecendo a eficácia do processo de aprendizagem.

O jogo “Vida Marinha” apresentou-se como uma boa ferramenta de apoio para utilização dos professores do ensino fundamental, especificamente do 7º ano, ao trabalharem conteúdos referentes a vida marinha, além de ser uma ferramenta que trata o conteúdo de forma lúdica, promovendo o desenvolvimento de habilidades

como: leitura, pensamento lógico, observação, localização, concentração, curiosidade, iniciativa, autoconfiança, concentração, habilidade motora e principalmente colaboração que é extremamente proveitosa para o processo de aprendizagem. A idéia de estimular os alunos a aprenderem em grupos vem sendo bastante enfatizada mundo a fora e o processo de explicação, por estar introduzido em um enredo atraente ao aluno, aumenta a chance de aprender os conceitos, os conteúdos, ou habilidades embutidas no jogo.

Após a aplicação do protótipo do jogo nas escolas foi observado um aumento significativo do rendimento escolar dos alunos. Inicialmente eles se encontravam com índices de rendimento em torno de 45% em se tratando dos conhecimentos referentes aos conteúdos de ciências e após a utilização do jogo, passaram para índices em torno de 57%. Sendo que este rendimento pode ser melhorado se o jogo for utilizado com maior frequência, já que os alunos jogaram por apenas uma hora. É importante ressaltar que o game despertou nos alunos o interesse de continuar utilizando-o em outros momentos, o que favorece uma melhora no processo de aprendizagem. Fato este que muitas vezes não é observado quando as aulas são ministradas de forma tradicional.

Dessa forma, em função da eficiência apresentada através do protótipo a arquitetura proposta para desenvolvimento de jogos que gerem explicações de conteúdos em situações que privilegiem a colaboração está validada, trazendo a comunidade um modelo eficiente para desenvolvimento de jogos com fins educacionais, independente da área a ser utilizado.

Assim, recomenda-se esta arquitetura para desenvolvimento de games, pois favorece o desenvolvimento de outros jogos utilizando esse modelo, enriquece o processo educacional e faz com que a utilização de jogos no processo de explicação de conteúdos, torne tão divertido aprender quanto brincar e, nesse caso, o ato de aprender torna-se interessante para o aluno e passa a fazer parte de sua lista de preferências.

## Trabalhos futuros

Como trabalhos futuros, sugere-se:

- A introdução de agentes artificiais no jogo, de forma a colaborar com o processo de explicação;
- Inserção de recursos 3D ao game, permitindo um maior nível de imersividade;
- Criação de módulos que ofereçam informações a respeito das partidas de forma a contribuir com o processo de aprendizagem;

## Referências bibliográficas

- AAMODT, A.; PLAZA, E. **Case-Based Reasoning: Foundational Issues, Methodological Variations, and System Approaches**. 1994. Disponível em <http://www.math.sci.kmitl.ac.th/seminar/msc/com/1-2550/49067502/Topic1/References/1.pdf>. Acesso em: 02/02/2009.
- ABEL, M. **Um estudo sobre raciocínio baseado em casos**. Porto Alegre, 1996. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em <http://www.inf.ufrgs.br/gpesquisa/bdi/publicacoes/files/CBR-TI60.pdf>. Acesso em: 02/02/2009.
- ABRANTES, S. L.; GOUVEIA, L. M. B. **Será que os jogos são eficientes para ensinar? Um estudo baseado na experiência de fluxo**. 2007. Disponível em: [http://www2.ufp.pt/~lmbg/com/salbg\\_challenges07.pdf](http://www2.ufp.pt/~lmbg/com/salbg_challenges07.pdf). Acesso em: 01/12/2008.
- ADOBE, 2009. Disponível em: <http://www.adobe.com/br/products/flashplayer/>. Acesso em: 06/12/2009.
- AGUILERA, M.; MÉNDIZ, A. Video games and education: education in the face of a “parallel school”. **Computer in Entertainment**. New York: ACM, vol. 1, n. 1, p. 10, 2003. Disponível em: <https://learn.it.uts.edu.au/32003/Autumn04/support/videogamesandeducation.pdf>, acesso em: 01/12/2008.
- ALMEIDA, A.; MURCHO, D. GALVÃO P. TEIXEIRA, C. MATEUS, P. **A arte de pensar**. Vol. 11, Didáctica editora, 2008.
- ALVES, L. R. G. **Game over: jogos eletrônicos e violência**. São Paulo: Futura, 2005.
- AMORETTI, M. S. M.; TAROUÇO, L. M. R. Mapas Conceituais: Modelagem Colaborativa do Conhecimento. **Revista Informática na Educação: teoria & prática**, Porto Alegre-RS, v. 3, n.1, p. 67-71, 2000.
- AMORETTI, M. S. M. Protótipos e Estereótipos: aprendizagem de conceitos. Mapas Conceituais: Experiência em Educação à Distância. **Revista Informática na Educação: Teoria & Prática**, Porto Alegre-RS, v. 4, n. 2, p. 49 – 55, 2001.
- ANDRADE, G. K. **Diagramas Causais e Mapas Conceituais como Ferramentas de Modelagem de Filmes**. 2008. Disponível em: <http://www.inf.pucrs.br/~lincog/publicacoes/Diagramas%20Causais%20e%20Mapas%20Conceituais%20como%20Ferramentas%20de%20Modelagem%20de%20Filmes.pdf>, acesso em: 20/01/2010.
- ARAÚJO, A.; MENEZES, C.; CURY, D. Um ambiente integrado para apoiar a avaliação da aprendizagem baseado em mapas conceituais, **Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**, p. 49-59, 2002.

ARNSETH, H. C. Learning to Play or Playing to Learn - A Critical Account of the Models of Communication Informing Educational Research on Computer Gameplay. **Games Studies** - International Journal of Computer Game Research, v.6, n. 1, 2006. Disponível em: <http://gamestudies.org/0601/articles/arnseth>, acesso em 20/01/2010.

BABA, S. A.; HUSSAIN, H.; EMBI, Z, C. **An overview of parameters of game engine**. IEEE Multidisciplinary Engineering Education Magazine, v. 2, n. 3, 2007.

BARANAUSKAS, M. C. C., ROCHA, H. V., MARTINS, M. C., D'ABREU, J. V. **Uma taxonomia para ambientes de aprendizado baseados no computador**. In: VALENTE, J. A. (Org). O Computador na Sociedade do Conhecimento. Brasília: Proinfo-SED Ministério da Educação, Governo Federal, p. 45-69, 1999.

BATISTA, M. L. S., QUINTÃO, P. L.; LIMA, S. M. B. **Um Estudo sobre a Influência dos Jogos Eletrônicos sobre os Usuários**. 2008. Disponível em: <http://re.granbery.edu.br/index.php?centro=resultado&curso=si&num=4>. Acesso em: 01/12/2008.

BATTAIOLA, A. L. Jogos por Computador – Histórico, Relevância Tecnológica e Mercadológica, Tendências e Técnicas de Implementação In: **Anais da XIX Jornada de Atualização em Informática, SBC**, v. 2, p. 83-122, 2000.

BLAYE, A., LIGHT, P.; JOINER, R.; SHELDON, S. **Collaboration as a facilitator of planning and problem solving on a computer-based task**. CITE Report 90. Institute of Educational Tecnology, Open University, Milton Kernes, U.K, 1990.

BONETTI, M. C. **A linguagem de vídeos e a natureza da aprendizagem**. Dissertação de Mestrado - Depto. de Física Experimental. Universidade de São Paulo. São Paulo-SP, 2008.

BRANDÃO, S. F. M.; RIZZO, R.; SILVA, M. B. C. C. C.; GIL, G. S.; WERNZ, M. C. G.; KOROL, J. A.; PAIVA, D. P. **Proposta Educacional para o uso de Sistemas Tutoriais Inteligentes**. 2001. Disponível em: [http://www.pgje.ufrgs.br/alunos\\_espie/espie/raquelr/public\\_html/STIfinal.htm](http://www.pgje.ufrgs.br/alunos_espie/espie/raquelr/public_html/STIfinal.htm), acesso em: 01/04/2009.

CAETANO, S. V. N.; FALKEMBACH, G. A. M. **YOU TUBE: Uma opção para uso do vídeo na EAD**. 2007. Disponível em: <http://www.cinted.ufrgs.br/renote/jul2007/artigos/3aSaulo.pdf>, acesso em: 05/01/2010.

CARVALHO, A. M. P.; GONCALVES, M. E. R. Formação continuada de professores: o vídeo como tecnologia facilitadora da reflexão. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, n. 111, 2000 . Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-15742000000300004&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-15742000000300004&lng=pt&nrm=iso), acesso em: 20/01/2010.

CASAS, L. A. A. **Contribuições para a modelagem de um ambiente inteligente de educação baseado em realidade virtual**. Tese de Doutorado em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis - SC, 1999.

CASTRO, E. J. R. **Construção de conceitos e conversação assíncrona na colaboração científica apoiada por computador**. Dissertação de mestrado em gestão do conhecimento e da tecnologia da informação. Universidade Católica de Brasília, Brasília-DF, 2005.

CHAN, T. W. Learning Companion Systems, Social Learning Systems, and Global Social Learning Club. **Journal of Artificial Intelligence in Education**, vol. 7, n. 2, p. 125-159, 1996. Disponível em: <http://chan.lst.ncu.edu.tw/publications/1996-Chan-lcs.pdf>, acesso em: 01/04/2009.

CLUA, E. W. G.; BITTENCOURT, J. R. Uma nova concepção para a criação de jogos educativos. In: **XV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**, 2004. Disponível em: [http://sbie2004.ufam.edu.br/anais\\_cd/anaisvol2/Minicursos/Minicurso\\_03/minicurso\\_03.pdf](http://sbie2004.ufam.edu.br/anais_cd/anaisvol2/Minicursos/Minicurso_03/minicurso_03.pdf), acesso em: 24/04/2009.

CONCEIÇÃO, K.; GONÇALVES, M. B. Contribuição para o ensino de matemática nos cursos de engenharia. In: **XXIV Encontro Nac. de Eng. de Produção**, Florianópolis, 2004. Disponível em: [http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2004\\_Enegep1101\\_0228.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2004_Enegep1101_0228.pdf), acesso em: 12/02/2009.

COSTA, E. B.; BITTENCOURT, I. I. **Construção de Ambientes Interativos de Aprendizagem usando Agentes Inteligentes**. 1 ed. Brasília, 2006.

COSTA, L. M. C. A. **As dimensões da imagem na relação entre arte e tecnologia**. Dissertação de mestrado em arte, Universidade de Brasília, Brasília-DF, 2007. Disponível em: [https://repositorio.bce.unb.br/bitstream/10482/3326/1/Dissert\\_LeciMariaCastroACosta.pdf](https://repositorio.bce.unb.br/bitstream/10482/3326/1/Dissert_LeciMariaCastroACosta.pdf), acesso em: 20/01/2010.

CRAWFORD, C. **The art of computer game design**. Electronic edition. Vancouver: Washington State University, 1997. 90p. Disponível em: <http://www.erasmatazz.com/free/AoCGD.pdf>, acesso em: 02/02/2009.

CUNHA, M. M.; COSTA, F. P. D.; SILVA, F. M.; SANTOS, C. L. Aprendendo sobre vida marinha no contexto de um jogo eletrônico. **VIII Simpósio brasileiro de jogos e entretenimento digital**. Rio de Janeiro:SBGAMES, 2009a.

CUNHA, M. M.; COSTA, F. P. D.; PERES, A. L.; SANTOS, C. L. A tecnologia e as novas ferramentas de ensino: o caso dos jogos eletrônicos. **III Colóquio internacional: Educação e contemporaneidade**. 2009b.

CUPANI, A.; PIETROCOLA, M. A relevância da epistemologia de Mario Bunge para o ensino de ciências. In: **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, vol.19, p. 100-125, 2002. Disponível em: [http://nupic.incubadora.fapesp.br/portal/banco-dados/publicacoes/artigos/Cupani\\_Alberto-relevancia\\_da\\_epistemologia\\_de\\_mario\\_bunge\\_para\\_o\\_ensino%20de\\_ciencias.pdf](http://nupic.incubadora.fapesp.br/portal/banco-dados/publicacoes/artigos/Cupani_Alberto-relevancia_da_epistemologia_de_mario_bunge_para_o_ensino%20de_ciencias.pdf), acesso em: 01/12/2008.



DIAS, M. M. C. B. S. ; CHAVES, J. H. S. S. **Funções das imagens na aprendizagem de alunos com necessidades especiais**. 1999. Disponível em: <http://www.nonio.uminho.pt/documentos/actas/actchal2003/05comunicacoes/Tema4/03MariaDias.pdf>, acesso em: 04/01/2010.

DIÉGUEZ, J. L. R. **Las funciones de la imagen en la enseñanza**, Barcelona, Gustavo Gili, 1978.

DILLENBOURG, P. What do you mean by “Collaborative Learning”? In: P. DILLENBOURG (Ed.). **Collaborative Learning: Cognitive and Computational Approaches**. Oxford, UK: Elsevier Science, 1999. p. 1-19.

DRISCOLL, M. **Collaborative tools in the learning continuum**. 2004. Disponível em: <http://www.clomedia.com/features/2004/September/652/index.php>, Acesso em: 01/12/2008.

DUARTE, R. **Cinema & educação**. 2ª ed., Belo Horizonte: Autêntica, 2002.

EVANS, C.; GIBBONS, N. J. The interactivity effect in multimedia learning. **Computers & Education**, vol. 49, n. 4, p. 1147-1160, 2007.

FERRARIS, C.; BRUNIER, P; MARTEL, C. **Constructing Collaborative Pedagogical Situations in Classrooms: A Scenario and Role Based Approach**. Proceedings of CSCL, Boulder, Colorado, 290-299, 2002.

FERREIRA, M. S. ; PALAZZO, L. A. M. Sistemas Tutoriais Inteligentes na Formação de Professores. In: **VII Oficina de Inteligência Artificial**. Pelotas: EDUCAT, 2003.

FIOLHAIS, C.; TRINDADE, J. Física no computador: o computador como uma ferramenta no ensino e na aprendizagem das ciências físicas. **Rev. Bras. Ensino Fis.**, São Paulo, v. 25, n. 3, 2003.

FISCHETTI, E.; GISOLFI, A. From Computer-Aided Instruction to Intelligent Tutoring Systems. In: **Educational Technology**, vol. 30, n. 8, p. 7-17, 1990.

FORTUNA, T. R. Sala de aula é lugar de brincar? In: XAVIER, M. L. F.; DALLA ZEN, M. I. H. (Org). **Planejamento em destaque: Análises menos convencionais**. Porto Alegre: Mediação, p. 127-141, 2003.

FREITAS FILHO, J. R. **Mapas conceituais: estratégia pedagógica para construção de conceitos na disciplina química orgânica**, 2007. Disponível em: <http://www.cienciasecognicao.org/pdf/v12/m347181.pdf>, acesso em: 29/07/2009.

GIRAFFA, L. M. M. **Uma arquitetura de tutor utilizando estados mentais**. Tese de Doutorado em Ciência da Computação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre - RS, 1999.

GOUVEIA, C. P.; RAMALHO, F. A.; ASSIS, R. L. A.; MORAIS, W. R. **O vídeo no processo de ensino-aprendizagem: produção e aplicação de um vídeo sobre o aquecimento global em duas escolas de belo horizonte**. 2008. Disponível em: [http://www.senept.cefetmg.br/galerias/Arquivos\\_senept/anais/terca\\_tema5/TerxaTema5Artigo13.pdf](http://www.senept.cefetmg.br/galerias/Arquivos_senept/anais/terca_tema5/TerxaTema5Artigo13.pdf), acesso em: 04/01/2010.

GRIFFITHS, M. D. The educational benefits of videogames. **Education and Health**, vol. 20, n. 3, p. 47-51, 2002.. Disponível em: <http://www.sheu.org.uk/publications/eh/eh203mg.pdf>, Acesso em: 21/07/2009.

GRUBEL, J. M.; BEZ M. R. **Jogos Educativos**. 2006. Disponível em: <http://penta3.ufrgs.br/Ciclo8/artigo25153.pdf>. Acesso em 15/03/2008.

HÄMÄLÄINEN, R.; MANNINEN, T.; JÄRVELÄ, S.; HÄKKINEN, P. Learning to collaborate: Designing collaboration in a 3-D game environment. **Internet and Higher Education**. Amsterdam: Elsevier, Volume 9, Pages 47-61, 2006. Disponível em: [http://www.savie.ca/SAGE/Articles/1403\\_000\\_HAMALAINEN\\_2006.pdf](http://www.savie.ca/SAGE/Articles/1403_000_HAMALAINEN_2006.pdf), acesso em: 02/02/2009.

HANSEN, W. J.; HAAS, C. **Reading and writing with computers: A framework for explaining differences in performance**. 1988. Disponível em: <http://portal.acm.org/citation.cfm?id=48529.48532>, acesso em: 04/01/2010.

HEGENBERG, L. **Explicações científicas: introdução à filosofia da ciência**. 2.ed. São Paulo: Herder, 1973.

JACOBBER, E. C. **Proposta e implementação de uma interface para motores de jogos interativa e centrada no usuário**. Dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo-SP, 2007.

JENSON, J.; CASTEL, S. Serious Play: Challenges of Educational Game Design In: **American Research Association Annual Meeting in New Orleans**. Louisiana: AERA, 2002. Disponível em: <http://edtech.connect.msu.edu/Searchaera2002/viewproposaltext.asp?propID=5573> Acesso em 15/03/2008.

KOLODNER, J. L. **Case-Based Reasoning**. San Mateo: Morgan Kaufmann, 1993.

KOSLOSKY, M. A. N. **Aprendizagem baseada em casos um ambiente para ensino de lógica de programação**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC, 1999. Disponível em: <http://www.eps.ufsc.br/disserta99/koslosky/>, acesso em: 09/02/2009.

LIMA, J. R. e CAPITÃO, Z. **E-Learning e E-Conteúdos: Aplicações das teorias tradicionais e modernas de ensino aprendizagem à organização de estruturação de e-cursos**. Lisboa: Editora Centro Atlântico, 2003.

LOPES, J. J. **Leituras do vídeo didático de Física: estudo de alguns episódios**. Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências. Universidade de São Paulo – Instituto de Física e Faculdade de Educação, São Paulo-SP, 1995.

LOPES, M. G. **Jogos na educação: criar, fazer, jogar**. São Paulo: Cortez, 2005.

LOPES, M. C. ; WILHELM, P. P. H. Uso de jogos de simulação empresarial como ferramenta educacional: uma análise metodológica. In: Workshop em informática e aprendizagem organizacional, 2006, Brasília. **Anais do XVII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE**. Manaus, 2006. Disponível em: <http://www.ucb.br/prg/professores/germana/sbie2006-ws/artigos/lopes-wilhelm.pdf>. Acesso em: 01/12/2008.

LORENZI, F. ; ABEL, M. Aplicando raciocínio baseado em casos na investigação de irregularidades nas internações hospitalares. In: **II Congresso brasileiro de computação - II Workshop de Informática aplicada à Saúde**, 2002.

PAPERT, S. **A máquina das crianças**: Repensando a escola na era da informática. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

MARTINS, I. O papel das representações visuais no ensino e na aprendizagem de ciências. In: MOREIRA, A. (org.). **Atas do I Encontro de Pesquisa em Educação em Ciências**. Águas de Lindóia, pp. 294-299, 1997.

MARTINS, I. ; GOUVÊA, G. Práticas de leitura de imagens em livros didáticos de ciências. **Atas do I Encontro Redes de Conhecimento e Tecnologia**. Rio de Janeiro-RJ, 2003, Disponível em: <http://www.lab-eduimagem.pro.br/frames/seminarios/pdf/e8isamar.pdf> , acesso em: 26/05/2009.

MARTINS, I.; GOUVÊA, G.; PICCININI, C. Aprendendo com imagens. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 57, n. 4, 2005. Disponível em: [http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0009-67252005000400021&lng=en&nrm=iso](http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252005000400021&lng=en&nrm=iso), acesso em: 26/05/2009.

MÉNDEZ, J. **Dimensiones asociadas com el papel de la imagen en material didáctico**. Rev. Perfiles educativos, México, n. 75, 1997.

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

MOITA, F. M. G. S. C. **Games, contexto cultural e curricular juvenil**. Tese de Doutorado em educação, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa-PB, 2006.

MOITA, F. M. G. S. C. ; SILVA, A. C. R. Os games no contexto de currículo e aprendizagens colaborativas on-line. In: Silva, E. M, Souza, R. P. (Org). **Jogos eletrônicos – Construindo novas trilhas**. Campina Grande: EDUEP, v. 1, p. 45-52, 2007.

MONTEIRO, B. S.; CRUZ, H. P.; ANDRADE, M.; GOUVEIA T.; TAVARES, R.; ANJOS, L. F. C. Metodologia de desenvolvimento de objetos de aprendizagem com foco na aprendizagem significativa. **XVII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**, 2006. Disponível em: [http://www.fisica.ufpb.br/~romero/pdf/2006\\_XVIISBIE.pdf](http://www.fisica.ufpb.br/~romero/pdf/2006_XVIISBIE.pdf), acesso em: 05/01/2010.

MORAN, J. M. O vídeo na sala de aula. **Comunicação & Educação**, 1995. Disponível em: <http://www.eca.usp.br/prof/moran/vidsal.htm>, acesso em: 10/07/2006.

MORAN, J. M. Ensino e aprendizagem inovadores com tecnologias. **Revista Informática na Educação: Teoria & Prática**. Porto Alegre-RS, vol. 3, n. 1, p. 137-144, 2000.

MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa**, 1997. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>, acesso em: 20/01/2010.

MYSQL, 2009. Disponível em: <http://www.mysql.com/>. Acesso em: 06/12/2009

NAKAMOTO, P. T.; TAKAHASCHI, E. K.; MENDES, B. E.; CARDOSO, A.; LAMOUNIER JÚNIOR, E. **Utilização de mapas conceituais na construção de ambientes virtuais de aprendizagem**, 2005. Disponível em: <http://www.cipedya.com/doc/158904>, acesso em: 29/07/2009.

NASCIMENTO, A. C. A. **Princípios de design na elaboração de material multimídia para a Web**. 2006. Disponível em: <http://rived.mec.gov.br/artigos/multimidia.pdf>, Acesso em: 05/02/2010.

OLIVEIRA, C. C.; COSTA, J. W.; MOREIRA, M. **Ambientes Informatizados de Aprendizagem – Produção e Avaliação de Software Educativo**. Campinas: Papirus, 2001.

PAPINEAU, D. **O modelo da cobertura por leis**. Disponível em: [http://aartedepensar.com/leit\\_explicacoes.html](http://aartedepensar.com/leit_explicacoes.html). Acesso em: 01/12/2008.

PARAGUAÇU, F. **Vygotsky: Un Environnement d'Apprentissage Social pour la programmation fondé sur la collaboration entre agents d'aide à la conception par cas**. Tese de Doutorado. Université d'Aix Marseille III. Marseille – France, 1997.

PARRA, N. ; PARRA, I. C. C. **Técnicas audiovisuais de educação**. 5ª ed., São Paulo, Pioneira, 1985.

PASSOS, C. O. ; MELO, D. P. D. Os recursos audiovisuais e a teoria prática: in **Tecnologia Educacional**, Rio de Janeiro, 1992.

PESSÔA NETO, A. C. A. **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 em Modelagem Computacional de Conhecimento, Universidade Federal de Alagoas, Maceió - AL, 2006.

PFROMM NETO, S. **Telas que Ensinam: Mídia e aprendizagem do cinema ao computador**. 2ª ed. Campinas: Alínea, 2001.

PHILLIPS, B. D. **Role-Playing Games in the English as a Foreign Language Classroom**. 1993. Disponível em <http://phillips.personal.nccu.edu.tw/rpg/eflrpg.html>. Acesso em: 02/02/2009.

PHP, 2009. Disponível em: <http://www.php.net/>, acesso em: 06/12/2009.

PINTO, R. D.; FERREIRA, L. F. **Ciência do comportamento e aprendizado através de jogos eletrônicos**. 2005. Disponível em: <http://www.comunidadesvirtuais.pro.br/novastrilhas/textos/rodrigopinto.pdf>. Acesso em: 01/12/2008.

PINTO, I. M.; BOTELHO, S. C.; SOUZA, R. C.; GOULART, T. S.; COLARES, R. CAMPOS, R. L. Saberlândia: Plataforma lúdica integrando robótica e multimídia para educação. In: **IV Seminário jogos eletrônicos, educação e comunicação - construindo novas trilhas**, 2008. Disponível em: <http://www.comunidadesvirtuais.pro.br/seminario4/trab/imp.pdf>, acesso em: 24/04/2009.

PIVA JUNIOR, D. **AUXILIAR: Uma Ferramenta Computacional Inteligente que Potencializa a Ação Docente em Módulos de Ensino de Engenharia em Cursos Online**. Tese de doutorado, Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação – FEEC, Campinas - SP, 2006.

PRETTO, N. L. **Uma escola sem/com futuro**. São Paulo: Ed. Papyrus, 1996.

RAIJA, H.; PÄIVI, H.; SANNA, J.; TONY, M. Computer-supported collaboration in a scripted 3-D game environment. In: KOSCHMAN, T.; SUTHERS, D.; CHAN, TAK-WAI (Eds). **COMPUTER SUPPORT FOR COLLABORATIVE LEARNING: LEARNING 2005: THE NEXT 10 YEARS**, May 30-June 4, 2005, Taipei, Taiwan. **Proceedings of the Conference CSCL 2005**, Taipei: Lawrence Erlbaum Associates, 2005. p. 504-508.

RAMIREZ-VELARDE, R. V.; GARCIA-RUEDA, J. J.; ALEXANDROV, N. Creating Interactive Environments for Education. In: **Proceedings of EC-TEL 2nd European Conference on Technology Enhanced Learning**. Greece: CEUR-WS, v. 280, p. 1-6, 2007. Disponível em: <http://ftp.informatik.rwth-aachen.de/Publications/CEUR-WS/Vol-280/p14.pdf>, acesso em: 24/03/2009.

REIS JUNIOR., A. S.; NASSU, B. T.; JONACK, M. A. **Um Estudo Sobre os Processos de Desenvolvimento de Jogos Eletrônicos (Games)**. 2002. Disponível em: <http://www.ademar.org/texts/processo-desenv-games.pdf>. Acesso em: 01/12/2008.

RIBEIRO, L. O. M.; TIMM, M. I.; ZARO, M. A. **Modificações em jogos digitais e seu uso potencial como tecnologia educacional para o ensino de engenharia**. 2006. Disponível em: [http://www.cinted.ufrgs.br/renote/jul2006/artigosrenote/a36\\_21203.pdf](http://www.cinted.ufrgs.br/renote/jul2006/artigosrenote/a36_21203.pdf). Acesso em: 01/12/2008.

RIEBER, L. P. Seriously considering play: Designing interactive learning environments based on the blending of microworlds, simulations, and games. **Educational Technology Research & Development**. Boston: Springer, v. 44, n. 2, p. 43-58, 1996.

RIEDER, R.; ZANELATTO, E. M.; BRANCHER, J. D. **Observação e análise da aplicação de jogos educacionais bidimensionais em um ambiente aberto**. 2005. Disponível em: <http://www.dcc.ufla.br/infocomp/artigos/v4.2/art08.pdf>. Acesso em: 01/12/2008.

RIYIS, M. T. **Simples, Manual para uso do RPG na educação**. São Paulo: Ed. do autor, 2004.

ROSCOE, R.; CHI, M. **Understanding Tutor Learning: Knowledge- Building and Knowledge-Telling in Peer Tutors' Explanations and Questions**. 2007. Disponível em: [http://www.pitt.edu/~chi/papers/Rod\\_Chi\\_RER\\_07.pdf](http://www.pitt.edu/~chi/papers/Rod_Chi_RER_07.pdf). Acesso em: 01/12/2008.

SÁ, F. P. **Avaliação da recuperação no raciocínio baseado em casos estrutural e textual em um sistema de Help-Desk**. Dissertação de Mestrado em informática, Universidade Católica de Santos, Santos – SP, 2007.

SANTADE, M. S. B.; SIMÕES, D. Produção de base pictorial na aprendizagem da língua, **XXI Encontro Nac. da ANPOL**, 2006, disponível em: <http://www.darciliasimoes.pro.br/textos/index.htm>, acesso em: 04/01/2010.

SCHANK, R. C. **Dynamic Memory: a Theory of Reminding and Learning in Computers and People**. Cambridge University Press, 1983.

SILVA, V. T. **Módulo Pedagógico para um ambiente hipermídia de aprendizagem**. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis – SC, 2000.

SILVA, F. M. **Concepção e realização de um modelo computacional de jogos interativos no contexto da aprendizagem colaborativa**. Dissertação de mestrado em Modelagem Computacional de Conhecimento. Universidade Federal de Alagoas, Maceió - AL, 2008.

SIMÕES, D. **Semiótica & ensino**: reflexões teórico-metodológicas. Rio de Janeiro: Dialogarts, 2003.

SMARTFOXSERVER, 2009. Disponível em: <http://www.smartfoxserver.com/>. Acesso em: 06/12/2009.

STUBERT, W. R. **Explicação causal e indeterminismo na filosofia de Karl Popper**. Dissertação de Mestrado em filosofia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, 2007. Disponível em <http://dspace.c3sl.ufpr.br:8080/dspace/bitstream/1884/13400/1/Willian-dissert.pdf>. Acesso em: 02/02/2009

SUTTON, P. A. **Models of scientific explanation**. Master of Arts, Texas State University, Texas-USA, 2005. Disponível em: <http://txspace.tamu.edu/bitstream/handle/1969.1/2372/etd-tamu-2005A-PHIL-Sutton.pdf?sequence=1>. Acesso em: 01/12/2008.



TANAKA, M. M. **Experimentando: planejando, produzindo, analisando**. 2002. Disponível em: <http://www.redebrasil.tv.br/salto/boletins2002/tedh/tedhtxt4c.htm>, acesso em: 20/01/2010.

TAROUCO, L. M. R.; ROLAND, L. C.; FABRE, M. J. M.; KONRATH, M. L. P. 2004. **Jogos educacionais**. Disponível em: <http://www.cinted.ufrgs.br/ciclo3/af/30-jogoseducacionais.pdf>. Acesso em: 01/12/2008.

TAROUCO, L. M. R.; CUNHA, S. L. S. **Aplicação de teorias cognitivas ao projeto de objetos de aprendizagem**. 2006. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/13046/000594652.pdf?sequence=1>. Acesso em: 01/12/2008.

TAVARES, R. Aprendizagem significativa e o ensino de ciências. **Ciências & Cognição**, vol. 13, p. 94-100, 2008, disponível em: <http://www.cienciasecognicao.org/pdf/v13/m318229.pdf>, acesso em: 04/01/2010.

TELES, M. L. S. **Socorro! É proibido brincar!** Rio de Janeiro: Vozes, 1999.

TEZANI, T. C. R. **O Jogo e os Processos de Aprendizagem e Desenvolvimento: Aspectos Cognitivos e Afetivos**. 2004. Disponível em: <http://www.profala.com/artpsico38.htm>. Acesso em: 01/12/2008.

THAGARD, P.; LITT, A. **Models of Scientific Explanation**. 2006. Disponível em: <http://cogsci.uwaterloo.ca/Articles/models-of-expln.pdf>. Acesso em: 01/12/2008.

VALENTE, J. A. Diferentes Usos do Computador na Educação. In: **Computadores e Conhecimento: repensando a educação**, p. 1-23, Campinas-SP: Gráfica Central UNICAMP. 1993. Disponível em: <http://nied.unicamp.br/publicacoes/separatas/Sep1.pdf>, acesso em: 01/04/2009.

VASCONCELOS, C.; PRAIA, J. F.; ALMEIDA, L. S. Teorias de aprendizagem e o ensino/aprendizagem das ciências: da instrução à aprendizagem. **Psicol. esc. educ.** vol.7, n.1, p.11-19, 2003. Disponível em: [http://pepsic.bvs-psi.org.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-85572003000100002&lng=pt&nrm=iso](http://pepsic.bvs-psi.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-85572003000100002&lng=pt&nrm=iso), acesso em: 25/03/2009.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. COLE, M. et al. (Org.). São Paulo: Martins Fontes, 2003.

WANGENHEIM, A. V.; WANGENHEIM, C. G. V. **Raciocínio Baseado em Casos**. Ed. Manole, 2003.

## ANEXOS

### Questionário 1

#### Dados de Identificação

Nome ou Avatar ou Nickname: \_\_\_\_\_

Idade:

Sexo:  Masculino  Feminino

Você costuma jogar jogos eletrônicos?

Sim  Não

O que você acha da utilização de jogos eletrônicos com fins educacionais como ferramenta a ser utilizada em sala de aula pelos professores?

Ótimo  Bom  Regular  Ruim

#### Perguntas referentes à disciplina ciências

Com relação a alimentação da tartaruga, esse animal é?

Carnívoro  Onívoro  Herbívoro  Aquático

A orca é um animal que pertence a qual classe?

Peixes Ósseos  Peixes Cartilaginosos  Mamíferos  Crustáceos

Com relação ao tubarão, seu corpo possui?

Escamas  Carapaça  Casco  Corpo Nu (desprovido de escamas ou carapaça ou casco)

A lagosta é um animal?

Vertebrado  Alterbrado  Invertebrado  Interbrado

Com relação ao polvo, locomove-se através de?

Patas  Nadadeiras  Tentáculos  Pés ambulacrários

Qual é a forma de respiração da água viva?

Branquial  Pulmonar  Cutânea  Traqueal

Com relação ao peixe linguado, qual é o seu modo de vida?

Grupos  Colônias  Solitário  Cardumes

Qual é o tipo de desenvolvimento do embrião que ocorre fora do organismo da mãe e dentro de um ovo?

Ovovivípara  Ovípara  Ovoviviparaovo  Vivípara



## Questionário 2

### Dados de Identificação

Nome ou Avatar ou Nickname: \_\_\_\_\_

Idade:

Sexo: ( ) Masculino ( ) Feminino

### Perguntas referentes ao Jogo

Você achou o jogo fácil de jogar?

( ) Sim ( ) Não

Você achou o jogo divertido?

( ) Sim ( ) Não

Os conteúdos que estavam no jogo foram apresentados de forma clara?

( ) Sim ( ) Não

Após a utilização do jogo ficou mais fácil a compreensão dos conteúdos abordados pelo jogo?

( ) Sim ( ) Não

O que você achou da utilização desse jogo eletrônico como ferramenta a ser utilizada nas aulas de ciências?

( ) Ótimo ( ) Bom ( ) Regular ( ) Ruim

Você gostaria de usar mais jogos em sala de aula?

( ) Sim ( ) Não

Você teria alguma sugestão a dar com relação ao jogo?

### Perguntas referentes à disciplina Ciências

Com relação a alimentação da tartaruga, esse animal é?

( ) Carnívoro ( ) Onívoro ( ) Herbívoro ( ) Aquático

O tubarão Branco, a arraia e o peixe serra pertencem a qual classe?

( ) Peixes Ósseos ( ) Peixes Cartilagosos ( ) Mamíferos ( ) Crustáceos

Com relação ao tubarão, seu corpo possui?

( ) Escamas ( ) Carapaça ( ) Casco ( ) Corpo Nu (desprovido de escamas ou carapaça ou casco)

A lagosta é um animal?

( ) Vertebrado ( ) Alterbrado ( ) Invertebrado ( ) Interbrado

A tartaruga Oliva é um animal?

( ) Ovovivíparo ( ) Ovípaoa ( ) Ovoviviparovo ( ) Vivíparo

Com relação ao polvo, locomove-se através de?

Patas  Nadadeiras  Tentáculos  Pés ambulacrários

Quais desses animais pertence a classe dos crustáceos?

Caranguejo  Água Viva  Polvo  Gofinho

Qual é a forma de respiração da água viva?

Branquial  Pulmonar  Cutânea  Traqueal

Com relação ao peixe linguado, qual é o seu modo de vida?

Grupos  Colônias  Solitário  Cardumes

Qual dessas características é comum a tartaruga oliva e a orca?

Respiram através de pulmões  Pertencem a classe dos Repteis

Possuem habitat apenas marinho  São animais carnívoros

Qual é o tipo de desenvolvimento do embrião que ocorre fora do organismo da mãe e dentro de um ovo?

Ovovivípara  Ovípara  Ovoviviparavivo  Vivípara

A orca é um animal que pertence a qual classe?

Peixes Ósseos  Peixes Cartilagosos  Mamíferos  Crustáceos