

ANDRÉ TADEU SANTOS FIALHO

**SISTEMA EDUCACIONAL HIPERMÍDIA PARA O ENSINO DE
FISIOLOGIA ANIMAL - MODELAGEM E IMPLEMENTAÇÃO**

Monografia de Graduação apresentada ao Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Bacharelado em Ciência da Computação, para a obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação.

Orientador
Prof. Luis David Solis Murgas

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2004

ANDRÉ TADEU SANTOS FIALHO

**SISTEMA EDUCACIONAL HIPERMÍDIA PARA O ENSINO DE
FISIOLOGIA ANIMAL - MODELAGEM E IMPLEMENTAÇÃO**

Monografia de Graduação apresentada ao Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Bacharelado em Ciência da Computação, para a obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação.

APROVADA em 24 de Junho de 2004

Prof. Rêmulo Maia Alves (Membro da Banca)

Prof. André Luiz Zambalde (Co-Orientador)

Prof. Luis David Solis Murgas
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL

*Dedico este trabalho a meus pais, Elias e Romélia,
a minha irmã Juliana,
e a minha namorada Tatiana.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, por estar aqui.

A minha família pelo apoio, exemplo, motivação, segurança e amor em todos momentos de minha vida.

A minha namorada, pelo carinho, companheirismo e apoio, que tem me ajudado a enfrentar momentos difíceis e aproveitar os momentos felizes.

Aos professores Luis Murgas e André Zambalde, pela orientação e ensinamentos que me ajudaram a construir a base de conhecimentos para realização deste trabalho.

A todos professores, orientadores e membros da banca pela ajuda, ensinamentos e oportunidades oferecidos durante todo curso.

A todos meus amigos, pela motivação, companhia, alegrias e experiências dos momentos convividos.

A todos àqueles que de alguma forma contribuíram para a concretização desta monografia.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	VII
LISTA DE TABELAS	VII
RESUMO	VIII
ABSTRACT.....	VIII
CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO	1
1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	1
1.2 OBJETIVO.....	2
CAPÍTULO II - REFERENCIAL TEÓRICO.....	4
2.1 SISTEMAS HIPERMÍDIA	4
2.2 HIPERMÍDIA EDUCACIONAL.....	5
2.2.1 Conceitos Básicos	5
2.2.2 Hipermídia Aplicada.....	8
2.3 MODELAGEM HIPERMÍDIA	9
2.3.1 OOHDM - Object Orientated Hypermedia Design Method.....	9
2.3.2 Utilização do OOHDM	10
2.3.3 Modelagem Conceitual.....	12
2.3.4 Projeto Navegacional.....	13
2.3.5 Interface Abstrata.....	15
2.3.6 Implementação.....	18
2.4 FISILOGIA DOS ANIMAIS.....	19
CAPÍTULO III - METODOLOGIA	23
3.1 PROCEDIMENTOS TÉCNICOS.....	23
3.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	23
CAPÍTULO IV - RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
4.1 LEVANTAMENTO DOS DADOS.....	26
4.1 MODELAGEM DA FERRAMENTA	27
4.1.1 Modelagem Conceitual.....	27
4.1.2 Projeto Navegacional.....	32
4.1.3 Interface Abstrata.....	38
4.1.4 Implementação.....	43
CAPÍTULO V - CONCLUSÃO.....	57
CAPÍTULO VI - REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO	59
ANEXO	64

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 : Modelo Conceitual, projeto “ARTWORK” [Schwabe et al., 1996]..	13
Figura 2 : Estrutura Navegacional, projeto “ARTWORK” [Schwabe et al., 1996].....	15
Figura 3 : Abstract Data View, projeto ARTWORK. [Schwabe et al., 1996] ...	17
Figura 4 : Modelo Conceitual da Ferramenta Hiperímia	28
Figura 5 : Representação da Classe Conceitual do Sistema Fisiológico.	29
Figura 6 : Representação da Classe Conceitual do Sistema Interno	29
Figura 7 : Representação da Classe Conceitual da Estrutura Orgânica.....	30
Figura 8 : Representação da Classe Conceitual da Parte Estrutural.....	30
Figura 9 : Representação da Classe Conceitual de Substância.....	31
Figura 10 : Representação da Classe Conceitual da Atuação no Sistema	32
Figura 11 : Esquema Navegacional do ferramenta Hiperímia.....	33
Figura 12 : Representação da Classe Navegacional do Sistema Fisiológico.	34
Figura 13 : Representação da Classe Navegacional, Localização no Sistema. ...	35
Figura 14 : Representação da Classe Navegacional de Sistemas Internos.....	36
Figura 15 : Representação da Classe Navegacional da Estrutura.	37
Figura 16 : Representação da Classe Navegacional Substância.	37
Figura 17 : Representação da Classe Navegacional de Atuação no Sistema.	38
Figura 18 : ADV da tela Fisiologia Animal.	39
Figura 19 : ADV da tela Sistema Fisiológico.	39
Figura 20 : ADV da tela Sistema Interno.....	40
Figura 21 : ADV da tela Estrutura.	40
Figura 22 : ADV da tela Substância.....	41
Figura 23 : ADV da tela Atuação no Sistema.	41
Figura 24 : ADV da caixa de Dialogo de Saída do programa.	42
Figura 25 : ADV da instancia do Sistema Interno.	43
Figura 26 : Agente Virtual e Mascote da Ferramenta Desenvolvida.	45
Figura 27 : Representação da Animação Introdutória em alguns “frames”.....	47
Figura 28 : Tela Principal referente ao Menu Principal da ferramenta.	49
Figura 29 : Janela da Caixa de Diálogo de Confirmação de Saída do Programa.	49
Figura 30 : Estrutura de Divisão Fisiológica do Sistema Nervoso.	50
Figura 31 : Tela referente ao Sistema Nervoso da ferramenta elaborada.....	51
Figura 32 : Tela referente ao Funcionamento da Sinapse Química do Programa.	53
Figura 33 : Tela referente ao Funcionamento de captação da Nodarenalina.	54
Figura 34 : Tela referente ao modelo 3d da substancia acetilcolina.	54
Figura 35 : Tela referente ao efeito do SNA Simpático nos pulmões.	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 : Divisão Sistêmica dos Seres Vivos.....	21
---	----

Resumo

O presente projeto objetivou a modelagem e implementação de um aplicativo educacional hipermídia voltada para ensino de Fisiologia Animal. Este aplicativo faz uso de recursos disponibilizados pela estrutura hipermídia e apresenta através de representações gráficas, o funcionamento do Sistema Nervoso no animal. Para elaboração do aplicativo utilizou-se o método OOHDM (Object Oriented Hipermídia Design Model) adaptado para o tema. O trabalho compõe-se de revisão de literatura nas áreas de hipermídia educativa, OOHDM e neurofisiologia animal. Conclui-se que a utilização de OOHDM é tecnicamente viável e produtiva para autoria Hipermídia e que o sistema desenvolvido constitui uma ferramenta importante para o aprimoramento das aulas expositivas na área de fisiologia animal.

Palavras Chave: **Hipermídia, OOHDM, Ensino e Fisiologia Animal.**

Abstract

The objective of this project is to present the modeling and implementation of an educational hypermedia application for the education of Animal Physiology. This application uses the resources available on a hypermedia structure and presents through visual representations, the functioning of an Animal Nervous System. The project was developed with the use of the OOHDM (Oriented Hipermídia Design Model) adapted for the theme. The project is composed by literature review in the areas of educative hypermedia, OOHDM and animal physiology. In conclusion, the OOHDM use is technically viable and productive for Hypermedia authoring and that the developed system constitutes in an important tool for the improvement of the expositive Lectures in the area of animal physiology.

Key Words: **Hypermedia, OOHDM, Education and Animal Physiology.**

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO

1.1 Considerações Iniciais

A maneira com que um indivíduo interpreta e armazena uma nova informação, está intimamente ligado à sua percepção e abstração desta. Assim, o modo como uma informação é apresentada, interfere diretamente em seu aprendizado. Quando nos referimos ao ensino, estas características são evidentes, uma vez que se trata de apresentar novas informações aos estudantes.

Um texto descritivo, isoladamente, poderia deixar dúvidas a um leitor não cauteloso, porém, acompanhado de imagens e exemplos, certamente reduziria tais dúvidas. Desta forma, pode-se afirmar que quanto maior a disponibilidade de recursos envolvidos na apresentação de uma nova idéia, melhor será sua interpretação. Surge, então, dúvidas de como apresentar as informações mais adequadamente. Outro grande obstáculo ao ensino é cativar a atenção do estudante, a fim de evitar dispersões e conseqüentemente, interpretações errôneas do conteúdo apresentado.

Na era da informação em que a tecnologia oferece recursos para diversos problemas, a hipermídia surge como alternativa premente para o ensino. Os sistemas hipermídia são amplamente utilizados como eficientes modelos de ensino nas diversas áreas de conhecimento tendo nesta atividade sua principal aplicação. O termo hipermídia pode ser descrito como um tipo de dado resultante da junção de dois outros tipos de dados: hipertexto (Conjunto de textos interconectados, contendo elos para navegação) e multimídia (Conjunto de vídeos, sons, imagens e animações), resultando assim um conjunto de mídias dispostas de maneira não linear em um ambiente interativo.

Esta combinação atende aos requisitos necessários à educação dos alunos, disponibilizando através de mídias, recursos a fim de focalizar a atenção

e direcionar as informações. E também, através da interatividade, a possibilidade de exploração do conteúdo, “feedback” de ações e estimulação do estudante.

O ensino da Fisiologia Animal atualmente se dá através de aulas em laboratórios, onde estudantes repetem experiências clássicas com animais, a fim de obter um melhor entendimento. Para tal, se utilizam drogas, medicamentos, variações na temperatura, altitude, modificações cirúrgicas e alterações com equipamentos eletrônicos. O aluno busca, então, compreender o funcionamento do organismo animal, ou seja, as funções das estruturas envolvidas. Algumas funções, porém, são de difícil apresentação, exigindo equipamentos específicos e restringindo as atividades a estudos laboratoriais.

1.2 Objetivo

Tendo em vista as necessidades educativas no ensino de Fisiologia Animal, às dificuldades na apresentação de informações relacionadas, e centrando-se a hipermídia como uma eficiente ferramenta para construção de ambientes de ensino, o presente projeto, tem como objetivo caracterizar a importância do uso de ambientes hipermídia no processo ensino-aprendizagem através da modelagem e implementação de um sistema voltado para o aprendizado de Fisiologia Animal, podendo assim, auxiliar seu entendimento e tornar o estudo mais prático, com menores custos e, em alguns casos, evitando experimentação com animais. O modelo visa repassar para o aluno, segundo ementas das disciplinas relacionadas, representações e descrições concisas do funcionamento dos sistemas fisiológicos apresentados, simulando através de animações, figuras e modelos interativos, o seu funcionamento real. O sistema possibilita aos professores da área ministrar aulas utilizando o aplicativo para representações ilustrativas e exemplificações, seguindo a estrutura da disciplina. O aplicativo pode também ser utilizado diretamente pelo aluno, para

aprendizado individual, funcionando similarmente a um tutor, ou mesmo, para rever conteúdos vistos em sala de aula.

CAPÍTULO II - REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Sistemas Hipermídia

A hipermídia surgiu unindo os conceitos de Multimídia e Hipertextos. Entende-se por multimídia, segundo Marques & Schroeder (1991), qualquer combinação de texto, arte gráfica, som, animação e vídeo, transmitida e manipulada por computador. Já o hipertexto, tendo sido primeiramente referenciado por Nelson (1965), contrapõe o conceito dos textos tradicionais, os quais possuem um método de leitura de maneira seqüencial. Ao contrário destes, o fluxo de leitura dos hipertextos, é não linear, ou seja, a informação deixa de ser percorrida da mesma forma, podendo então ser contextualizada de várias formas, dependendo do caminho em que o leitor percorre

Segundo Schneiderman (1998), a hipermídia pode ser definida como uma rede de nós (também chamados artigos, documentos, arquivos, cartões, páginas, *frames* e telas) contendo informações (em texto, gráficos, vídeo, som e outros) que são conectados por *links* (também chamados ponteiros, referências cruzadas e citações). Partindo destes conceitos, pode-se então definir hipermídia como um modelo de apresentação dinâmico e não linear, permitindo um alto grau de liberdade para o usuário, incentivando então, a exploração do conteúdo.

Schneiderman (1998), afirma ainda que, para se ter um aplicativo hipermídia de qualidade, os autores devem escolher projetos apropriados, visando organizar seus artigos convenientemente e ajustar o seu estilo de escrita. O primeiro passo para criar uma hipermídia efetiva é escolher projetos que sigam as “regras de ouro do hiperdocumento (*golden rules of hypertext*)” que são as seguintes:

- um grande conjunto de informações organizadas em numerosos fragmentos;
- os fragmentos devem se relacionar uns com os outros;

- o usuário deve necessitar somente de uma pequena fração de fragmentos em qualquer tempo.

2.2 Hipermídia Educacional

2.2.1 Conceitos Básicos

Pela capacidade da Hipermídia de apresentar diversas informações, com grande variação de recursos, ela tem se destacado no ensino, pois fornece de maneira atrativa e dinâmica as informações aos alunos. Surgem então, em vista destas características, os Sistemas Educacionais Hipermídia.

De acordo com Meleiro & Giordan (2003), novos meios informacionais e comunicacionais destinados à veiculação e construção do conhecimento, como a multimídia, o hipertexto e a hipermídia, estão sendo desenvolvidos, tendo como característica a capacidade de integração de diversos meios em um único. Ao contrário do livro, um meio estático capaz de servir de suporte apenas representações visuais, os novos meios articulam representações visuais animadas, representações sonoras e o próprio texto escrito, que também pode ganhar movimento.

Brusilovsky (1994), define sistemas Educacionais Hipermídia como sendo sistemas de aprendizagem assistidos por computador onde o material de ensino é apresentado numa forma de representação não-linear de documentos multimídia interconectados. Eles fornecem exploração do material de ensino dirigido ao estudante e este tem controle total sobre o processo de aprendizado.

Considerando os conceitos citados, estes sistemas possuem uma alta disponibilidade de recursos na apresentação de um tema, sobretudo no que diz respeito a recursos visuais, demonstrando vantagens em relação a apresentações em texto impressos, ou apenas uma mídia isoladamente. White (1996), constatou que os jovens aprendem mais da metade do que sabem a partir de informações visuais. Marmolin (1992), afirma ainda que, uma apresentação com múltiplas

mídias são melhores assimiladas pelo sistema cognitivo humano, do que uma apresentação de mídia única, pois permite uma melhor incorporação às habilidades perceptivas e cognitivas. Porém, as mídias, quando apresentando um determinado tema, devem estar bem relacionadas, segundo, Dubois & Vial (2000), uma apresentação multimídia irá propiciar o aprendizado se as diferentes mídias se apoiam mutuamente, estabelecendo relações relevantes entre os formatos apresentados. Caso contrário, as informações podem confundir o usuário.

Meleiro & Giordan (2003), consideram hipermídia como plataformas de alto valor cognitivo para a construção de significados. De acordo com Swan & Meskill (1996), existe também uma série de razões pelas quais a hipermídia apresenta vantagens sobre textos impressos, citando algumas:

1. Hipermídia permite um aprendizado independente através do controle de informações e eventos pelo estudante promovendo um aprendizado centrado.
2. Hipermídia tem sido um poderoso catalisador para o ensino cooperativo atribuído à possibilidade de processos de aprendizado mediados socialmente.
3. Permite visões Construcionistas do aprendizado, em que o aprendizado ocorre quando estudantes constroem estruturas de conhecimento ativamente e coletivamente.
4. Permite múltiplas representações do conhecimento e uma análise de domínio não-linear, podendo tornar uma grande quantidade de

informações acessíveis das quais surgem múltiplos significados e interpretações .

5. Os elementos da multimídia permitem diferentes estilos de aprendizado. Estes elementos permitem a hipermídia um ambiente rico e atrativo, contribuindo para um alto nível de envolvimento e motivação.

Podemos ainda destacar como uma das grandes vantagens da utilização de hipermídia, a possibilidade de representação através de animações. Petreche et al. (2000), afirmam que a partir de considerações vindas de experiências no campo da psicologia cognitiva sobre a reinterpretação de imagens e de estudos tratando da transferência do conhecimento e motivação para competências, notamos que o uso de animações pode auxiliar no processo de formação de imagens mentais. A percepção visual de objetos reais pode ser generalizada a formas abstratas que são representadas graficamente e reinterpretadas no contexto do projeto de novos objetos.

Com base no conteúdo apresentado, podemos destacar a Hipermídia como um eficiente modelo de apresentação de dados, apresentando vantagens sobre métodos de apresentação tradicionais, proporcionando o um projeto pedagógico consistente, por seus recursos de sons, textos, imagens, vídeos e animações, fornecendo recursos didáticos que auxiliam o professor a tornar suas aulas mais dinâmicas e motivadoras, dentro de um programa pedagógico avançado possibilitando, além da integração interdisciplinar, a descoberta e fixação de novos conhecimentos (Martins, 2000).

2.2.2 Hipermissão Aplicada

As aplicações de sistemas hipermissão estão em constante crescimento e popularização. Como não existem restrições de aplicaçāo dos modelos hipermissão, existem tais sistemas em praticamente todas as áreas do conhecimento, sobretudo os relacionados ao ensino. Assim diversas sāo as aplicações resultantes, citando dentre inúmeras: quiosques interativos, documentação on-line, enciclopédias, ambientes computacionais de aprendizagem, bibliotecas, etc.

Segundo Zambalde et al. (1999), projetos que visam estimular o uso dos computadores como ferramenta de apoio à difusão do conhecimento e ao ensino através de sistemas hipermissão (mídias digitais e *internet*) sāo desenvolvidos em todo o mundo. A maioria desses projetos alcança aplicações em diversas áreas de conhecimento, tais como informática, medicina, história, geografia, matemática, português, inglês, biologia, entre outras

Atualmente temos destaque na área da medicina, onde a hipermissão tem se mostrado eficiente em diversas representações, como Atlas anatômicos e também, em simulações interativas, como pacientes virtuais na simulação de casos clínicos e simuladores de sistemas cardíacos (Angeloni et. al., 2000). Estes e outros aplicativos, vêm sendo amplamente utilizados nas aulas de medicina, e mesmo em consultórios médicos, possibilitando que alunos e pacientes observem o comportamento e funcionamento dos sistemas, patologias e estruturas.

Já na área de Medicina Veterinária assim como em outras áreas de conhecimento, com base no estudo animal, é escassa a ocorrência de aplicações, dentre as quais podemos destacar atlas digitais Anatômicos (Kappelman et al., 2001, Alonso et al., 2002) e modelos Web específicos, tornando evidente, a necessidade de mais aplicativos relacionados.

2.3 Modelagem Hipermedia

Para o desenvolvimento de uma aplicação hipermedia, é desejável que se tenha um projeto, ou modelo formal, afim de orientar o autor do sistema, minimizando o tempo e os erros, durante sua elaboração. De acordo com Cunha & Zambalde (2002), pode-se afirmar que a aplicação hipermedia consiste de uma hiperbase, de um conjunto de estruturas de acesso e de uma interface com o usuário. O projeto de uma aplicação deve cuidar de cada um destes elementos de processo, tratando-os de forma diferenciada, mas coordenada. Cabe observar que a existência prévia de material a ser utilizado deve ser levada em conta em cada um deles.

2.3.1 OOHDM - *Object Orientated Hypermedia Design Method*

OOHDM - *Object Orientated Hypermedia Desing Method* (Schawabe & Rossi, 1994) é um modelo para autoria (design) de sistemas hipermedia, tais como Web sites, Quiosques Interativos e Apresentações Multimidia, que tem se mostrado eficiente na redução de agravantes durante a elaboração destes sistemas.

De acordo com os autores, o modelo se divide em quatro atividades relacionadas, sendo:

- Modelagem Conceitual;
- Projeto Navegacional;
- Interface Abstrata;
- Implementação.

Esta divisão permite a individualização de cada problema levando então à maximização da modularidade e do reuso, assim como uma padronização do processo de construção. É importante ressaltar que um modelo OOHDM

independe da implementação, facilitando então sua evolução. Rossi (1996), afirma também, que o modelo independe da linguagem do ambiente ou ferramenta utilizada nesta implementação, podendo esta ser ou não orientada a objetos. O autor porém, ressalta que quando o ambiente de implementação alvo é completamente orientado a objetos, a tradução pode ser mais simples. A maior parte das plataformas de implementação hipermídia, entretanto, suporta algum tipo de definição de objetos, um mecanismo de manipulação de eventos oferecendo modos de reação a eventos externos e uma linguagem de programação, que, em alguns casos, suporta alguns algoritmos de herança restritos, agindo, geralmente, nas partes de um objeto de interface composto.

2.3.2 Utilização do OOHDM

De acordo com Oliveira et al. (2002), a maioria dos modelos de desenvolvimento hipermídia, como HDM (Garzotto et al., 1993), RMM (Isakowitz et al., 1995), EORM (Lange, 1994) e mesmo o OOHDM (Schwabe & Rossi, 1994) segue estruturas semelhantes, estendendo o modelo de dados hipermídia e utilizando um vocabulário de alto nível, no qual se constroem abstrações através de conceitos, deixando a implementação para a etapa final.

Rossi, (1996) afirma que modelos tais como HDM, EORM e RMM carecem de uma abordagem sistemática e abrangente, na qual todos os aspectos do empreendimento de projeto hipermídia sejam considerados e as decisões de projetos sejam gravadas com o intuito de serem mais tarde rastreadas. Como exemplo, eles tendem a ignorar o projeto de navegação e interface. Além disto, estes não podem ser utilizados em domínios dinâmicos, como sistemas de apoio a decisão, ambientes de engenharia de programas e aplicações educacionais modernas (Bernstein, 1994, Sanchez et al., 1995). Enfim, nenhum dos métodos mencionados oferece alto nível de princípios arquitetônicos para a constituição da estrutura geral de uma aplicação hipermídia. Características contrárias ao

OOHDM, que se preocupa com a modelagem formal das etapas envolvidas no desenvolvimento de um sistema Hipermedia.

Além das vantagens do OOHDM sobre demais modelos, este utiliza conceitos de orientação a objetos, uma abordagem que tem se mostrado eficiente na análise, projeto e implementação de sistemas de software em diferentes áreas. Segundo citações de Rossi, (1996) sua utilização oferece os diversos benefícios:

- São utilizadas as mesmas primitivas de modelagem (objetos, classes), simplificando a transição de uma atividade para outra.
- Ao longo do processo utilizamos os mesmos mecanismos de abstração, isto é, agregação, classificação e generalização/especialização.
- Pelo fato de os objetos serem artefatos reativos, podem ser construídas aplicações sofisticadas baseadas em hipermedia, definindo-se padrões de comportamento e de comunicação entre objetos.
- Há poderosos formalismos, já existentes para especificar a estrutura, o comportamento e as relações dos objetos.
- Aplicações projetadas e construídas em torno de objetos tendem a ser mais robustas e fáceis de modificar.
- Fornece primitivas de modelagem de alto nível na forma de padrões de projeto que podem ser utilizadas sem alterações, ou modificadas de acordo com as necessidades do projetista.
- Construir novas aplicações reutilizando componentes existentes é altamente viável quando os componentes são descritos como objetos.

2.3.3 Modelagem Conceitual

Nesta atividade, é necessário que se faça abstração do problema, pois nela, ocorre construção de uma base conceitual, representando os objetos e relacionamentos existentes no domínio do sistema. Esta modelagem segue os princípios de Orientação a Objetos, com notação semelhante a UML (Unified Modeling Language, UML, 2003) . Durante a modelagem não há preocupação com os tipos de usuários, tarefas ou com a implementação dos procedimentos realizados futuramente, mas apenas, com a semântica do domínio da aplicação.

A estrutura de modelagem é constituída sobre classes conceituais, relações e subsistemas, onde um conjunto de objetos e classes são unidos entre si por relacionamentos. Como utilizado em modelos orientados a objetos, as classes conceituais podem ser construídas através de hierarquias de agregação e generalização/especialização. Essas classes conterão atributos e métodos tipados representando propriedades intrínsecas ou conceituais dos objetos, ou seja, o comportamento das classes. Esses atributos, porém, poderão ser multi-tipados, representando assim, diferentes perspectivas da mesma entidade real. Como exemplo, uma descrição de determinado sistema, poderia ser supostamente representado por um texto ou imagem, desta forma teríamos duas perspectivas para o atributo ‘descrição’, sendo assim representado :

Descrição: [texto+, imagem];

Onde a perspectiva padrão (*default*) é acompanhada do símbolo ‘+’.

As abstrações de generalização/especificação e de composição, além do mecanismo de herança, servem de base para o reuso de componentes hipermídia.

Os autores afirmam também que o produto obtido durante a atividade de modelagem conceitual assemelha-se ao (ou a uma parte do) *output* das abordagens à modelagem orientada a objetos existentes atualmente.

O resultado desta atividade poderá então ser reaproveitado tendo um mesmo modelo para projetos semelhantes (Rossi, 1996).

A figura 1 apresenta uma estrutura do modelo conceitual aplicado a um projeto hipermídia artístico.

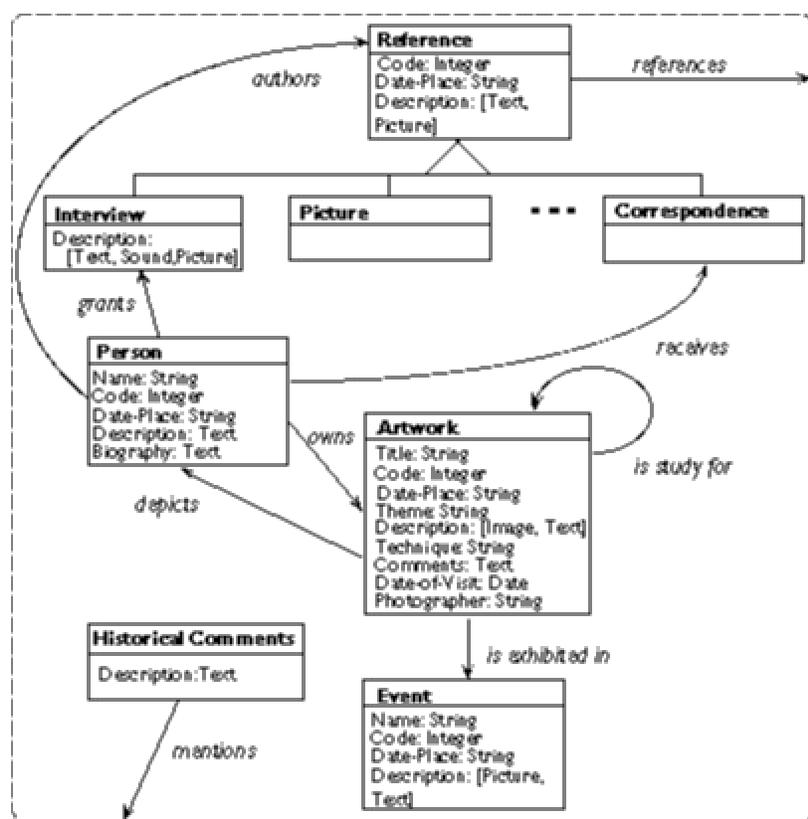


Figura 1 : Modelo Conceitual, projeto “ARTWORK” [Schwabe et al., 1996].

2.3.4 Projeto Navegacional

Os aplicativos hipermídia elaborados têm como um de seus propósitos, a liberdade de exploração do usuário, ou seja, sua navegação no sistema. Esta

atividade visa o desenvolvimento desta estrutura navegacional, tornando-se crucial durante a elaboração do aplicativo.

O projeto navegacional é um destaque da metodologia OOHDm em que os objetos da navegação do usuário não são os objetos conceituais diretamente, mas sim, novos objetos criados a partir destes. Ou seja, em oposição a diversos outros métodos, este modelo conceitual dito compartilhado, foca nos objetos e relacionamentos de um domínio, permitindo que durante o projeto navegacional sejam feitas visões navegacionais “derivadas” deste mesmo modelo, sendo semelhante à Programação Orientada ao Sujeito (Harrison et al 1993).

As visões navegacionais feitas são baseadas em visões de linguagens orientadas a objetos, de consulta e definição de visões na área de bancos de dados e, em particular, de bancos de dados orientados a objetos. Estas definem um conjunto de contextos e classes navegacionais. Os Contextos Navegacionais, segundo Schwabe et al. (1995), expressam a estrutura navegacional geral do aplicativo hipermídia, enquanto as classes navegacionais, especificam os objetos que serão vistos pelo usuário. Ainda, os Contextos Navegacionais são definidos como um conjunto de nós, elos e outros contextos navegacionais (aninhados) que auxiliam na organização dos objetos navegacionais, fornecendo espaços de navegação consistentes e, deste modo, diminuindo as chances de o usuário "perder-se no hiperespaço".

Os nós, são visões lógicas definidas pela estrutura conceitual, podendo ser atômicos (descrito por atributos e âncoras) ou compostos (definido por um conjunto de nós). Já os Elos são derivados de relacionamentos no modelo conceitual. Eles são responsáveis pela ligação entre os objetos navegacionais podendo ser de um-a-um ou um-a-muitos (Rossi, 1996).

Assim, em OOHDH as classes e contextos navegacionais definem a estrutura estática da aplicação hipermídia. Já os aspectos dinâmicos da navegação são feitos pelo uso de Diagramas de Navegação, um modelo baseado em máquinas de estado no qual são mostradas transformações no estado do espaço navegacional. A figura 2 ilustra a estrutura Navegacional de um projeto artístico.

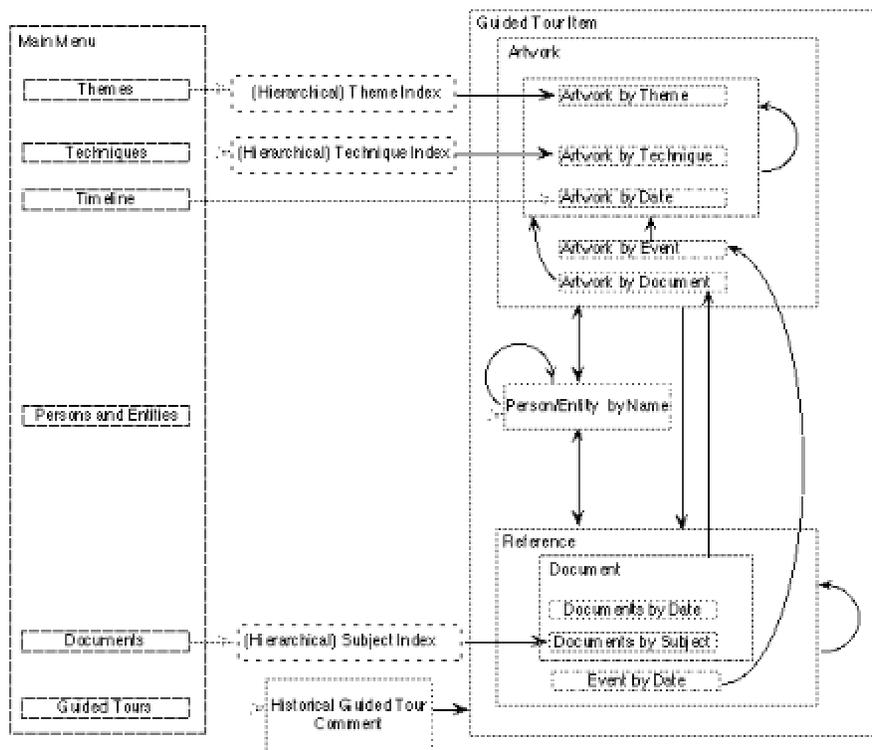


Figura 2 : Estrutura Navegacional, projeto “ARTWORK” [Schwabe et al., 1996].

2.3.5 Interface Abstrata

Nesta fase, ocorre a modelagem estrutural da Interface, ou seja, nela se define como será a comunicação dinâmica entre o usuário e o aplicativo. A construção de uma interface Hipermídia é um aspecto crítico da criação de uma

grande aplicação hipermídia. A maioria dos métodos de modelagem hipermídia tendem a ignorar esta etapa, concentrando-se apenas em atividades semelhantes às que precedem esta fase. Deixando então, a Interface Humano-Computador (IHC), para desenvolvimento com o uso de ferramentas dependentes da implementação e do ambiente.

Já na metodologia OOHDM, é feita uma modelagem formal da IHC de modo a maximizar a independência de diálogo e o reuso em grande escala dos componentes de interface. Bem como suportar comunicação aperfeiçoada entre projetistas e implementadores.

De acordo com implementação Vaananen (1993), para especificar o modelo abstrato de interface é necessário definir metáforas de interface e descrever suas propriedades estáticas e dinâmicas, assim como seus relacionamentos com o modelo navegacional de uma forma independente. É também, preciso especificar :

- a aparência interfacial de cada objeto navegacional que será percebido pelo usuário;
- outros objetos de interface para oferecer as diversas funções da aplicação, como barras de menus, botões de controle e menus;
- os relacionamentos entre os objetos de interface e navegacionais, tais como o modo com que um evento externo, (o fato de o usuário "clique" o "mouse", por exemplo) afetará a navegação;
- as transformações de interface ocorridas pelo efeito da navegação ou de eventos externos no comportamento de diferentes objetos de interface, e
- finalmente, deve-se considerar a sincronização de alguns objetos de interface, especialmente quando há meios dinâmicos, como áudio e vídeo, envolvidos.

Para se especificar o Modelo de Interface Abstrata, utiliza-se o Abstract Data View (ADV), um modelo criado para especificar clara e formalmente a separação entre a interface do usuário e os componentes de um sistema de software e oferecer um método de projeto independente de implementação, gerando graus mais altos de reuso de componentes de projeto e de interface [Carneiro et al.(1994), Cowan et al.(1993), Cowan & Lucena (1995)].

Um modelo ADV, quando usado em um projeto de aplicação hipermídia, pode ser visto como um objeto de interface contendo um conjunto de atributos que definem suas propriedades de percepção e o conjunto de eventos com os quais pode lidar, como os eventos gerados pelo usuário (Rossi, 1996).

A figura 3 ilustra um ADV em um projeto hipermídia artístico.

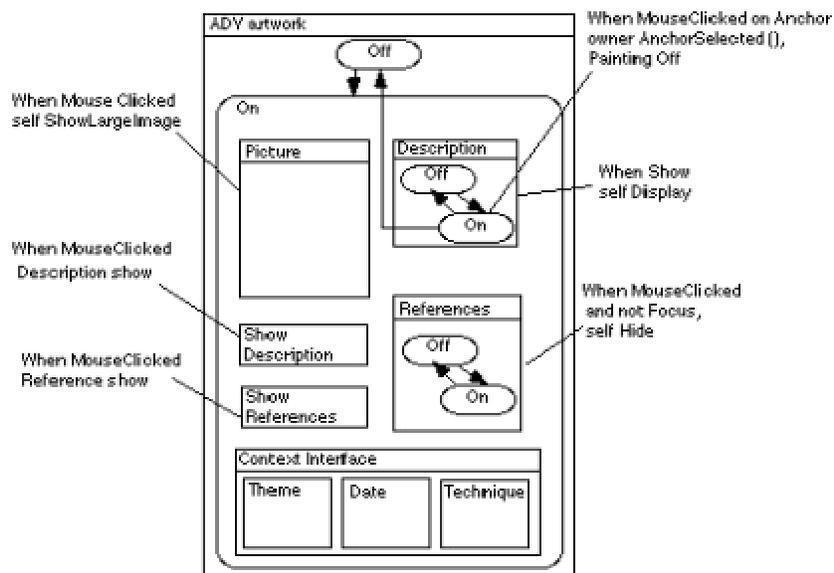


Figura 3 : Abstract Data View, projeto ARTWORK. [Schwabe et al., 1996]

Durante o desenvolvimento do sistema, Nielsen (1993), chama a atenção para a interface com o usuário. Segundo o autor, a propriedade de uma interface que nos permite qualificá-la como adequada ou não é conhecida como usabilidade, definida tradicionalmente como a conjunção de cinco atributos:

- aprendizado fácil: o sistema deve permitir que o usuário aprenda a executar suas tarefas no tempo mais curto possível;
- eficiência: o sistema, uma vez dominado pelo usuário, permite um alto grau de produtividade;
- memorabilidade: o sistema deve ser lembrado facilmente mesmo pelo usuário casual, de forma que o retorno ao sistema não implique em um reaprendizado extensivo;
- minimização dos erros: o sistema deve ter uma taxa de erros baixa. Além disso, os erros dos usuários devem ser facilmente recuperáveis.
- satisfação: o sistema deve ser agradável de usar, ou seja, os usuários ficam subjetivamente satisfeitos com ele.

2.3.6 Implementação

A Implementação é a atividade final da Modelagem em que será construído o aplicativo em si. Ela é feita através do uso de uma ferramenta específica, utilizando para sua elaboração os produtos modelados resultantes das atividades anteriores.

A metodologia OOHD, não dispõe modelagem formal para implementação, sendo que esta será dependente do ambiente de implementação adotado.

O ambiente poderá ser também orientado a objetos. Neste caso, a atividade se resume em uma tradução simplificada dos modelos para o ambiente, não necessitando recursos adicionais. Porém, a maior parte das plataformas de

implementação de hipermídias não é completamente orientada a objetos, suportando apenas algum tipo de definição relacionada (ao menos no nível da interface), um mecanismo de manipulação de eventos oferecendo modos de reação a eventos externos e uma linguagem de programação (scripting) que, em alguns casos, suporta alguns algoritmos de herança restritos, agindo, geralmente, nas partes de um objeto de interface composto.

Sendo assim, esta fase se resume na tradução dos modelos obtidos para o ambiente de implementação, utilizando para isto algumas estratégias de tradução de um artefato de projeto gerado com OOADM.

Schawabe & Rossi (1994), afirmam que uma vez que o ambiente de implementação tenha sido escolhido, o projeto deve ser mapeado para artefatos de implementação e todos os componentes hipermídia têm de ser instanciados.

Para implementação é necessário basicamente, definir os objetos de interface de acordo com a especificação da interface abstrata, implementar transformações da forma como foram definidas nos ADV e fornecer suporte para a navegação através da rede hipermídia.

2.4 Fisiologia dos Animais

De acordo com Guyton (1991), a fisiologia pode ser definida como o estudo das funções em organismos vivos. Especificamente, ela tenta explicar os fatores físicos e químicos responsáveis pela origem, desenvolvimento e progressos da vida. Já a fisiologia dos animais, segundo Gürtler et al. (1987) analisa fenômenos vitais das espécies animais, sobretudo domesticados pelo homem para fornecimento de alimentos, estimação, locomoção, etc. Sobre tais animais, existem profundos estudos sobre o aspecto da importância das diversas funções dos órgãos na produtividade e capacidade de adaptação à alta produção.

E ainda, estudos dos fenômenos vitais das espécies para perfeita criação das mesmas. Constituindo assim, uma base para pesquisas farmacológicas e médicas.

Tal preocupação com os animais é de grande importância, sendo que estes têm importante papel na alimentação mundial, sendo considerados alimentos ricos em proteínas e de grande diversificação em sua composição (Vitaminas, Minerais, Oligoelementos). Gürtler et al. (1987), afirma também que para um fornecimento humano suficiente de aminoácidos essenciais, recomenda-se que a dieta contenha um terço de proteína animal em relação ao total de proteínas ingeridas.

O estudo dos processos vitais vem sendo feito desde os primórdios dos tempos por biólogos e mesmo filósofos. As primeiras informações sobre tais pesquisas fisiológicas são provenientes da Grécia, onde o termo Fisiologia levava denominação de estudo de Ciências Naturais, sendo então conhecida como estudo dos processos vitais, após relatos de Aristóteles (384-322 a.C.).

Desde então a fisiologia tem passado por diversos progressos, como os grandes impulsos do século XV. Onde houve o florescimento de inúmeras universidades que se desenvolveram, formando centros de estudos científicos. Outra grande parte do sucesso do estudo se deve ao avanço dos conhecimentos anatômicos e evolução das faculdades médicas, bem como o avanço das demais ciências, possibilitando melhores instrumentais para observações e esclarecimentos.

Todas estas características também se aplicam aos estudos fisiológicos em animais, desde sua domesticação. Seus primeiros relatos provêm do antigo Egito, onde bovinos eram usados para arar, transportar e produzir carne e leite e outros animais eram utilizados como 'animais de estimação', destacando cães, gatos, macacos, entre outros.

O estudo da fisiologia permite várias estruturas de organização, com variadas interpretações de diversos autores. Porém, quanto à divisão de sistemas no estudo animal podemos adotar segundo Frandson (1979), uma estrutura comumente aceita. A tabela a seguir (Tabela 1) descreve uma base estrutural segundo os sistemas existentes, seus estudos e principais estruturas.

Tabela 1 : Divisão Sistêmica dos Seres Vivos.

Sistemas	Nome do Estudo	Principais Estruturas
Sistema Esquelético	Osteologia	Ossos
Sistema Articular	Artrologia	Articulações
Sistema Muscular	Miologia	Músculos
Sistema Digestivo	Esplancnologia	Estômago e Intestinos
Sistema Respiratório	Esplancnologia	Pulmões e vias Aéreas
Sistema Urinário	Esplancnologia	Rins e Bexiga
Sistema Reprodutor	Esplancnologia	Ovários e testículos
Sistema Endócrino	Endocrinologia	Glândulas Endócrinas
Sistema Nervoso	Neurologia	Cérebro, Medula, Nervos
Sistema Circulatório	Angiologia	Coração e vasos sanguíneos
Sistema Tegumentar	Dermatologia	Pele
Sistema Sensorial	Estesiologia	Olho, Ouvido

Fonte: Frandson (1979)

Baseado nesta estrutura, pode-se então, prever um modelo organizacional de fisiologia animal. O modelo seguirá então a estrutura sistêmica semelhante representando a função (fisiologia) de cada sistema.

Alguns autores adotam ainda, uma seqüência lógica, seguindo as estruturas por ordem de surgimento na escala evolutiva.

As ementas propostas nas disciplinas do ensino de Fisiologia Animal, bem como a adotada pelo projeto, seguem propostas de guias de ensino, de forma a apresentar o conteúdo de maneira didática, assemelhando-se a estrutura descrita pela tabela 1.

CAPÍTULO III - METODOLOGIA

3.1 Procedimentos Técnicos

De acordo com os procedimentos técnicos descritos por Gil (1991), o presente projeto apresentará os seguintes:

Pesquisa Bibliográfica: Elaborada a partir de material já publicado, constituído principalmente de livros, artigos de periódicos e atualmente com material disponibilizado na Internet.

Pesquisa Documental: Elaborada a partir de materiais que não receberam tratamento analítico.

Pesquisa-Ação: Concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo. Os pesquisadores e participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo.

3.2 Procedimentos Metodológicos

O presente trabalho foi desenvolvido nos Departamentos de Ciência da Computação e Medicina Veterinária da Universidade Federal de Lavras (DCC/DMV/UFLA, Lavras/MG), nas dependências da Biblioteca Central da UFLA, através da Pesquisa Bibliográfica .

A princípio foi feito um levantamento de bibliografias clássicas e atuais em fisiologia animal, assim como literaturas voltadas a técnicas e guias de ensino na área. Também foram revisadas bibliografias abrangendo ferramentas e funcionalidades em sistemas hipermídia, sistemas educacionais e, por fim, relacionadas à metodologia OOHDM (Schwabe & Rossi -1994).

O sistema desenvolvido, segue a estrutura proposta pela disciplina de Fisiologia Veterinária, oferecida na Universidade Federal de Lavras, pelo Departamento de Medicina Veterinária . Assim, de acordo com as dificuldades

levantadas, foi feita uma Pesquisa-Ação, no intuito de situar as necessidades no contexto, elaborando um novo sistema de ensino através dos recursos hipermídia. Nesta etapa também foi realizada uma Pesquisa Documental dos métodos de ensino, ementas e conteúdos da área.

Em seguida foi feito um estudo do problema proposto a fim de uma modelagem abstrata do sistema e padronização do mesmo. A modelagem foi baseada na metodologia OOHDM (*Object Orientated Hypermedia Design Method*) que tem se mostrado popular e eficiente na elaboração de tais sistemas. O Método, por permitir alta reusabilidade no modelo, é vantajoso, uma vez que a divisão sistêmica do tema permite o reaproveitamento dos modelos, assim como do sistema à medida em que é implementado. As atividades de elaboração foram seguidas como proposto pelos autores e adaptadas segundo as necessidades encontradas no tema específico.

Levando em consideração o curto prazo de elaboração do projeto e a alta complexidade dos sistemas envolvidos na fisiologia animal, a implementação do aplicativo se restringiu ao sistema nervoso. O modelo, entretanto, foi formulado de forma a possibilitar a inserção de sistemas fisiológicos à medida em que forem implementados. O motivo desta escolha defende a possibilidade de apresentar profundidade em relação ao tema relatado, ao invés de grande quantidade de temas pobres em conteúdo.

Seguindo, então, as atividades estruturais do método: Modelagem, Navegação, Interface e Implementação, estas, foram realizadas, abstraindo as informações, conceitos, e representações necessárias e realizando um feedback, a fim de um modelo final conciso.

Para implementação do sistema, foi escolhido após a análise de ferramentas variadas de autoria multimídia, o Macromedia Director versão MX. O motivo da escolha foi a vantagem em relação ao rápido aprendizado e assimilação, assim como a facilidade de uso, permitindo a usuários experientes

ou leigos em relação à programação, sua utilização. O software também demonstrou, segundo pesquisas, grande facilidade na implementação da interação, animação e distribuição, essenciais para o projeto.

As imagens utilizadas na ferramenta foram desenvolvidas utilizando os programas Photoshop 7 da Adobe® e 3ds Max, da Discreet®. Também foram coletados ou elaborados modelos Anatômicos de órgãos em 3D. Para produção das imagens foram utilizadas diversas referências documentais e gráficas, tais como, livros de anatomia ilustrada, fisiologia, etc.

CAPÍTULO IV – RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Levantamento dos Dados

O desenvolvimento da ferramenta foi elaborado de forma a apresentar o conteúdo necessário para o ensino de fisiologia animal para os alunos de graduação, cursando a disciplina de mesmo nome. Para tal, foram levantados dados referentes à disciplina e à fisiologia, de forma a apresentar uma divisão sistêmica coerente com a necessidade acadêmica.

De acordo com o levantamento foi necessário referenciar os seguintes sistemas fisiológicos: Sistema Muscular Esquelético, Sistema Digestivo, Sistema Respiratório, Sistema Urinário, Sistema Reprodutor, Sistema Endócrino, Sistema Nervoso, Sistema Circulatório, Sistema Tegumentar e Sistema Sensorial

Para atender às necessidades da ementa da disciplina optou-se em priorizar o sistema nervoso autônomo, concluindo toda esta parte da implementação e construindo uma estrutura necessária para permitir complementação da ferramenta à medida em que forem apresentados os demais sistemas. Utilizando a metodologia de modelagem OOHDM isto foi possível, uma vez que os mecanismos de abstração permitem elaborar tais estruturas.

Outra necessidade indispensável para a ferramenta foi a utilização de animações como forma de atrair e simplificar a abstração das funções envolvidas. Assim sendo, foi estudado o funcionamento geral das funções fisiológicas referentes ao sistema nervoso autônomo bem como o estudo das sinapses químicas e elétricas para sua fiel representação.

Feito o levantamento de todos os dados necessários iniciou-se a abstração da Fisiologia animal e sua representação. A partir de então, foi feita a modelagem do sistema seguindo a metodologia OOHDM e como último quesito

deste modelo, sua implementação utilizando o software de autoria de sistemas Macromedia Director. Estes passos serão melhores apresentados adiante.

4.1 Modelagem da Ferramenta

Para prever e garantir o funcionamento de um sistema a ser implementado, assim como reduzir seu tempo e custo no desenvolvimento, evitando possíveis erros, é necessário que seja feita uma estruturação prévia. Na ferramenta desenvolvida optou-se pela utilização da metodologia OOHDM, um modelo para autoria de sistemas hipermissão, que tem se mostrado eficiente na redução de agravantes durante a elaboração destes sistemas.

4.1.1 Modelagem Conceitual

Nesta fase procurou-se abstrair ao máximo a estrutura de apresentação fisiológica a fim de possibilitar um modelo conciso e efetivo em todos subsistemas existentes na área de fisiologia.

É evidente, entretanto, que pela grande divergência dos mesmos, são necessárias adaptações para representar todo funcionamento fisiológico de forma didática, sem limitar o aprendizado do usuário. Esta etapa, porém, não necessita de preocupação com o usuário final da ferramenta mas apenas com a abstração em si. Permitindo, desta forma, uma representação eficiente e em um nível de complexidade suficiente, de acordo com a exigência de cada sistema.

Como resultado desta modelagem, foi obtido o modelo representado pela figura 4, a seguir.

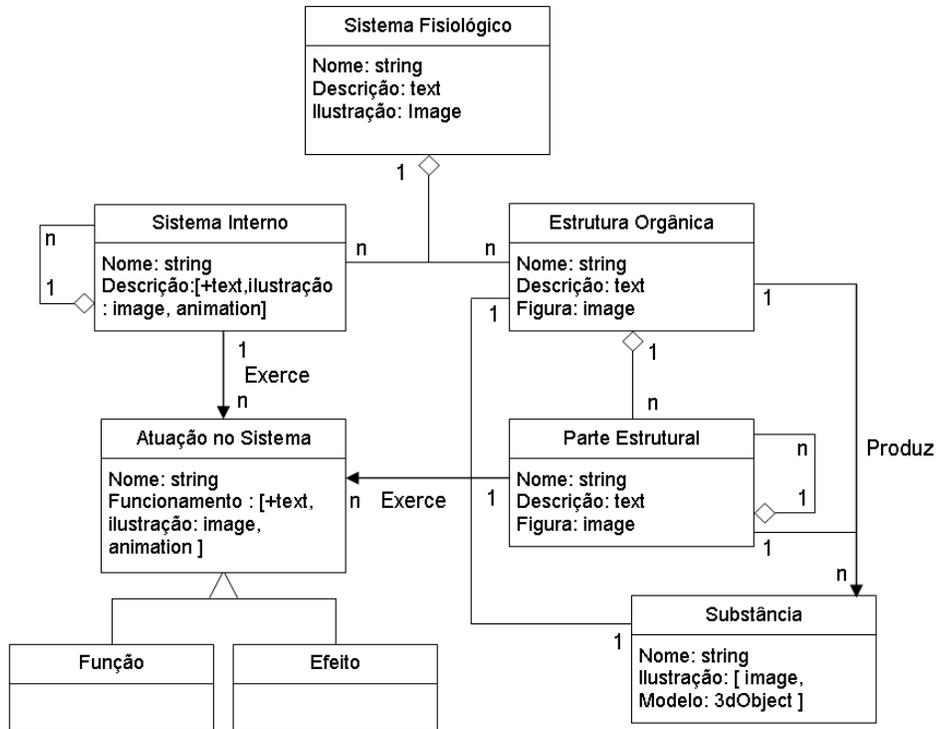


Figura 4 : Modelo Conceitual da Ferramenta Hipermídia

Para interpretação do modelo é necessário conhecer a estruturação didática escolhida para representação da fisiologia. A princípio, a fisiologia animal pode ser dividida por Sistemas Fisiológicos. A partir destes sistemas, serão então definidas todas demais funcionalidades existentes na fisiologia. Os Sistemas Fisiológicos existentes já foram descritos anteriormente, bastando então lembrar que constituem em um total de 12. Este item pode ser então considerado a raiz de todas as demais funcionalidades. No modelo conceitual apresentado, esta entidade é representada pela classe “Sistema Fisiológico”, apresentando atributos conforme demonstrado pela figura 5.

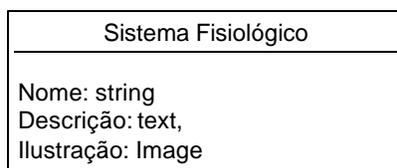


Figura 5 : Representação da Classe Conceitual do Sistema Fisiológico.

Esta classe poderá ser formada por um ou mais subsistemas, sendo que estes poderão, por sua vez, ser também formados por demais subsistemas, ou seja, haverá nesta classe uma relação com ela própria. Esta entidade será representada pela classe “Sistema Interno”, tendo seus atributos descritos conforme a figura 6. Nestas relações, assim como em todas as demais relações composição, foram efetuadas o mecanismo de abstração, agregação a fim de simplificar o modelo.

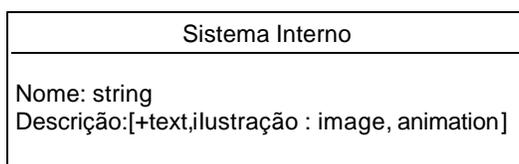


Figura 6 : Representação da Classe Conceitual do Sistema Interno

Nesta classe é importante ressaltar que o atributo referente a descrição do sistema poderá ser representado por um texto e por uma ilustração, sendo o texto, perspectiva padrão. A ilustração, por sua vez, é uma perspectiva adaptada. Ela poderá ser representada por uma imagem ou por uma animação, sendo escolhida de acordo com a necessidade didática. Sendo assim, a escolha será feita conforme o interesse didático existente em repassar a descrição de dado sistema em forma de uma imagem estática ou animada.

Outra possível composição agregada de um sistema são as estruturas orgânicas presentes. Na grande maioria dos casos, um sistema será dividido para

fins de apresentação, apenas em estruturas físicas, bastando então para explicar todo seu funcionamento fisiológico. As estruturas serão representadas pela classe “Estrutura orgânica”, descritas pela figura 7.

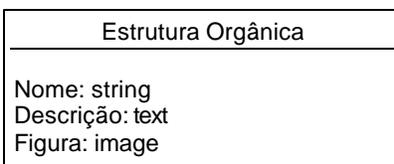


Figura 7 : Representação da Classe Conceitual da Estrutura Orgânica.

Estas estruturas, por sua vez, poderão ser compostas por outras estruturas, evidenciadas pela Classe “Parte Estrutural”, apresentadas na figura 8.

Haverá nesta classe, assim como na de sistemas, uma relação com ela própria, pois uma parte estrutural poderá ser dividida nas demais partes estruturais, demonstradas de acordo com sua necessidade e importância. Note que as classes Estrutura Orgânica e Parte Estrutural apresentam os mesmos atributos e referenciam os mesmos tipos de objetos. Sendo assim, poderiam ser representadas em uma única classe, com uma relação de composição a ela própria. As classes porém, foram separadas em duas, para uma representação mais explícita do modelo, sendo que não influenciam na coerência do esquema.

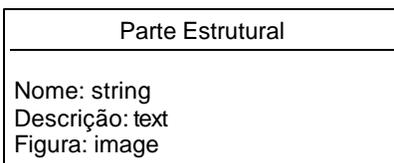


Figura 8 : Representação da Classe Conceitual da Parte Estrutural

Algumas estruturas dos sistemas Fisiológicos produzem, como parte de sua funcionalidade, substâncias químicas. Estas estruturas possuem grande senão

vital influência no funcionamento sistêmico. Sendo assim, é necessário destacá-los em sua participação. Tal entidade, foi representada pela classe de mesmo nome, “Substância”, apresentada pela figura 9.

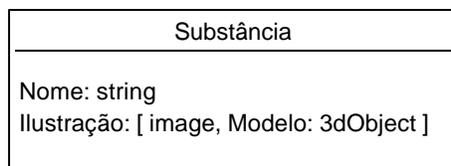


Figura 9 : Representação da Classe Conceitual de Substância

Nesta classe, o atributo denominado ilustração, poderá ser representado de duas formas: como uma imagem ou como um objeto 3D. Esta perspectiva foi acrescentada posteriormente, após a análise do aplicativo de autoria utilizado, como forma de aproveitar uma de suas funcionalidades, de representação e interação com modelos em três dimensões. De acordo com Meleiro & Giordan (2003), ao representarmos moléculas em perspectiva tridimensional, por exemplo, estamos superando a limitação da representação de imagens bidimensionais, que não contemplam satisfatoriamente o tema "*estrutura da matéria*", uma vez que muitas propriedades de uma substância são explicadas com base na disposição espacial dos átomos que a constituem.

Depois de definidas todas as classes, sentiu-se a necessidade de melhor representar suas atuações nos sistemas, sob forma de funções ou efeitos. Para isto, foi então criada uma sexta classe denominada “Atuação no Sistema”. Esta classe está relacionada às classes “Sistema Interno”, “Estrutura Orgânica”, “Parte Estrutural” e “Substâncias” através do relacionamento “Exerce”, ou seja, estas classes exercem uma ou mais atuações no sistema. A classe referida também é composta por duas sub-classes, apresentadas segundo o mecanismo de generalização/especialização, definidas por “Função” e “Efeito”. Podemos

assim, definir as diferentes formas de atuação com o detalhamento necessário. A classe “Atuação no Sistema” está representada na figura 10. É importante ressaltar também que, as sub-classes deste, terão os mesmos atributos da super-classe, sendo que, assim como na orientação a objetos, obedecem o conceito de herança.

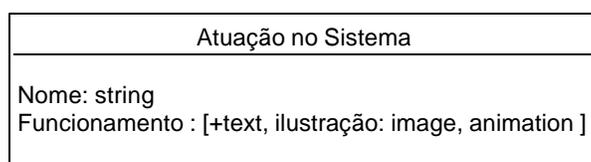


Figura 10 : Representação da Classe Conceitual da Atuação no Sistema

Observe que na Atuação o atributo Funcionamento deverá ser representado por um texto e por uma ilustração sendo esta uma imagem ou animação, de acordo com a necessidade de representação. Entretanto, é recomendável que toda função ou efeito seja representada(o) por uma animação, pois fornece melhores meios cognitivos para o entendimento de seu funcionamento.

4.1.2 Projeto Navegacional

Nesta fase é elaborada a estrutura de navegação da ferramenta, considerada uma etapa crucial no empreendimento de desenvolvimento. Como descrito, este projeto é estruturado de acordo com as visões navegacionais. Nesta versão do aplicativo temos apenas um tipo de visão navegacional, referindo tanto ao professor, ao utilizar a ferramenta como instrumento de apoio didático em aula, quanto ao aluno, que pode utilizar-se desta para rever e explorar o contexto.

Sendo assim, foram desenvolvidas as classes navegacionais, referentes aos nós, e posteriormente, o esquema navegacional, produto desta fase do modelo, que demonstra estes nós e seus elos.

Como definido, esquema navegacional é derivado do esquema conceitual. Sendo assim, muitos aplicativos podem exibir um esquema navegacional muito similar ao esquema conceitual, que é o caso da ferramenta implementada, devido à unicidade das tarefas desempenhadas, referentes a um único tipo de usuário.

O esquema navegacional derivado do modelo conceitual está descrito pela figura 11, seguinte.

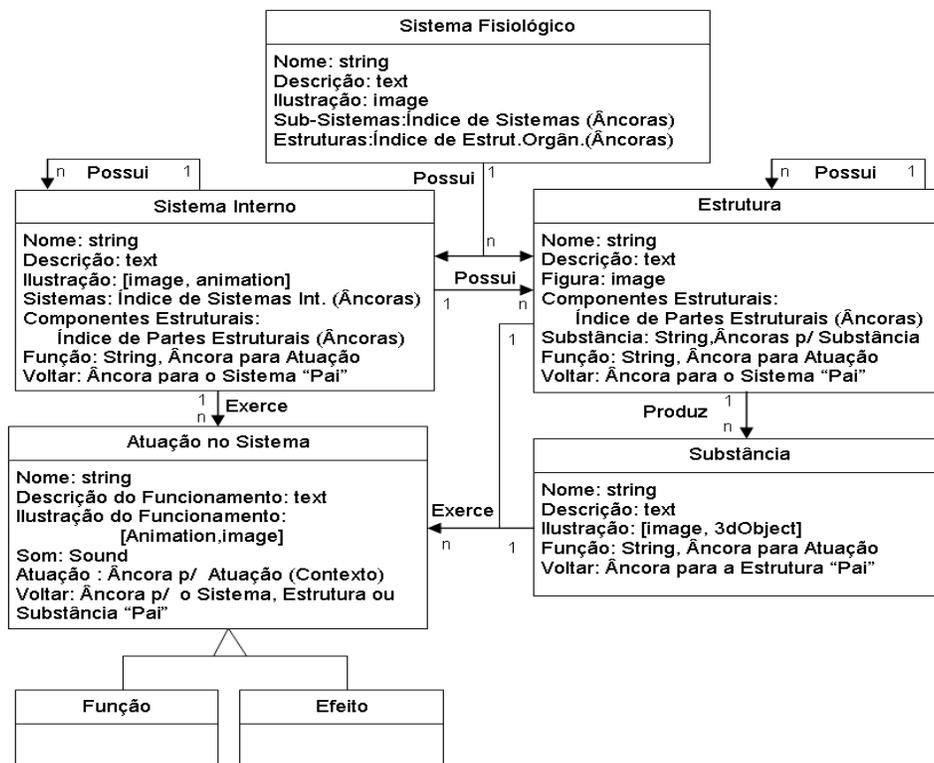


Figura 11 : Esquema Navegacional do ferramenta Hipermídia.

Note que no esquema apresentado, os elos que representam composição e denominados como “Possui”, foram utilizados sem utilizar o mecanismo de agregação, obtendo desta forma, uma representação mais nítida.

Descreveremos a seguir, cada classe navegacional obtida nesta etapa, a fim de demonstrar suas especificações.

A classe navegacional “Sistema Fisiológico” é demonstrada pela figura 12.

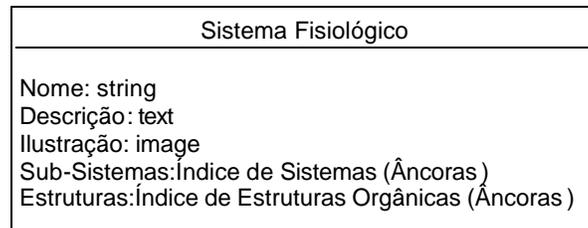


Figura 12 : Representação da Classe Navegacional do Sistema Fisiológico.

Note que os atributos desta classe navegacional definidos como Sub-Sistemas e Estruturas, referem-se a uma lista ou índice de todos Sistemas Internos ou Estruturas que compõem o sistema Fisiológico. Cada um destes itens na lista será, então, uma âncora, referindo ao componente apresentado. Podemos então exemplificar da seguinte forma: sendo o Sistema Fisiológico o Sistema Neural (Nervoso), em sua visão navegacional serão apresentados as âncoras Sistema Nervoso Central e Sistema Nervoso Periférico, que são nada mais que os componentes da lista ou índice de Sub-Sistemas pertencentes ao Sistema Neural.

Antes de apresentarmos as demais classes navegacionais, chamaremos atenção para uma classe específica, criada com a finalidade de apresentar uma orientação ao usuário da ferramenta.

Conforme especificado na tese Rossi (1996), apesar de a estrutura atual de OOHDM oferecer apenas um conjunto reduzido de classes navegacionais pré-definidas, a natureza orientada a objetos permite tanto estender o conjunto de classes de navegação, quanto acrescentar diferentes tipos de abstrações navegacionais. Utilizando-se deste recurso, foi então elaborada uma classe Navegacional específica como forma de melhor orientar o usuário da ferramenta frente à grande complexidade de Tópicos. Esta classe denominada “Localização no Sistema” mantém o usuário informado de onde está localizado, permitindo também, o acesso a qualquer Tópico (Sistema, Estrutura, etc) previamente percorrido.

Esta classe será composta por âncoras, referentes aos Tópicos. Este recurso será então disposto em todas demais classes navegacionais sobre o atributo, “Localização” do tipo “Localização no Sistema”. A classe referida está representada pela figura 13.

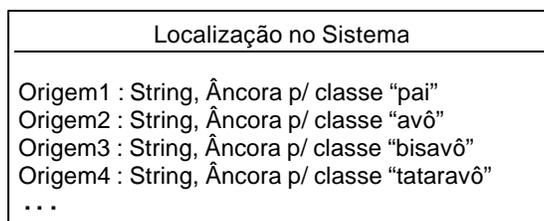


Figura 13 : Representação da Classe Navegacional, Localização no Sistema.

Nesta classe apresentada acima, as origens, descritas como Âncoras para classe “pai”, “avô”, etc., referem-se ao Tópico acessado em ordem de composição hierárquica . Por exemplo: A estrutura Encéfalo seria representada da seguinte forma:

Origem1: Sistema Nervoso Central, Âncora p/ o Sist. Int.: *Sist. Nervoso Central*
 Origem2: Sistema Nervoso, Âncora p/ o Sistema Fisiológico: *Sistema Nervoso*

Esta representação é assim apresentada pois, o Sistema Nervoso é composto pelo sistema Nervoso Central que, por sua vez, é composto pela Estrutura Encéfalo.

Em seqüência, a classe navegacional Sistemas Internos é descrita pela figura 14.

Sistemas Internos
Nome: string
Localização: Localização no Sistema
Descrição: text
Ilustração: [image, animation]
Sistemas: Índice de Sistemas Internos (Âncoras)
Componentes Estruturais: Índice de Partes Estruturais (Âncoras)
Função: String, Âncora para Atuação
Voltar: Âncora para o Sistema "Pai"

Figura 14 : Representação da Classe Navegacional de Sistemas Internos.

Nesta classe, teremos um atributo semelhante ao da classe Sistema Fisiológico, denominado Sistemas e Componentes Estruturais, que obedece ao mesmo tipo de representação destacado anteriormente. Nesta classe temos também, o atributo Voltar, que refere-se à âncora que retorna ao Sistema "Pai", ou seja, retorna ao sistema de origem. Exemplificando: No caso do Sistema Nervoso Central, a âncora retornaria ao Sistema Nervoso.

Este mesmo tipo de âncora será apresentado nas demais classes, seguindo, então, a mesma estrutura, ou seja, retornará à classe "Pai", que é sua origem.

A próxima classe Navegacional, "Estrutura", é representada pela figura 15.

Estrutura
Nome: string
Localização: Localização no Sistema
Descrição: text
Figura: image
Componentes Estruturais:
Índice de Partes Estruturais (Âncoras)
Substância: String, Âncora para Substância
Função: String, Âncora para Atuação
Voltar: Âncora para o Sistema "Pai"

Figura 15 : Representação da Classe Navegacional da Estrutura.

A classe “Estrutura” é derivada das classes “Estrutura Orgânica” e “Parte estrutural” do modelo conceitual, porém, na representação navegacional, achou-se necessária a apresentação de apenas uma única classe, englobando estas outras duas, uma vez que a visão navegacional de suas tarefas é idêntica, permitindo assim, sua simplificação no esquema.

A classe navegacional “Substância” está representada na figura 16.

Substância
Nome: string
Localização: Localização no Sistema
Descrição: text
Ilustração: [image, 3dObject]
Função: String, Âncora para Atuação
Voltar: Âncora para a Estrutura "Pai"

Figura 16 : Representação da Classe Navegacional Substância

Por fim, a classe denominada “Atuação no Sistema” é representada pela figura 17.

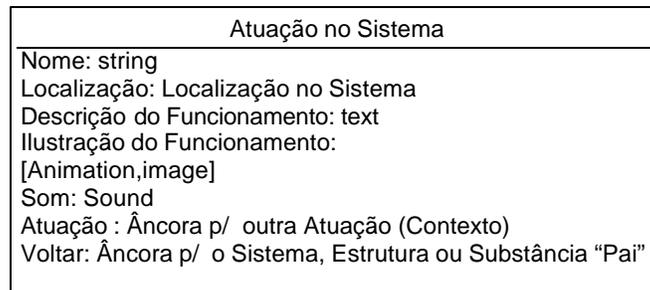


Figura 17 : Representação da Classe Navegacional de Atuação no Sistema.

Nesta Classe, será definida a atuação de um Sistema, Estrutura ou Substância. Nela temos um atributo denominado atuação, que refere a alguma atuação que esteja sobre o mesmo contexto. Como já mencionado na modelagem conceitual, a classe referente é uma classe complexa, que poderá ser representada como “Função” ou “Efeito”, definidos pelas sub-classes. O mesmo prevalecerá na Classe Navegacional.

4.1.3 Interface Abstrata

Nesta etapa, foi realizada a modelagem da interface abstrata, permitindo então, uma representação simplificada da interface da ferramenta, que apesar de considerar certos aspectos do ambiente de implementação, é independente desta última fase (Implementação). Como especificado pela metodologia OOADM, foi então definida a estrutura geral da interface de aplicação através de ADVs (Abstract Data Views), especificando a interação do usuário com os objetos navegacionais. Destacamos que foram apresentados, nos ADVs, somente os eventos relevantes, sendo que os demais poderão variar, sendo tratados então, durante sua Implementação.

Apresentamos a seguir, nas figuras 18, 19, 20, 21, 22 e 23 alguns dos ADVs modelados, obtidos durante esta fase.

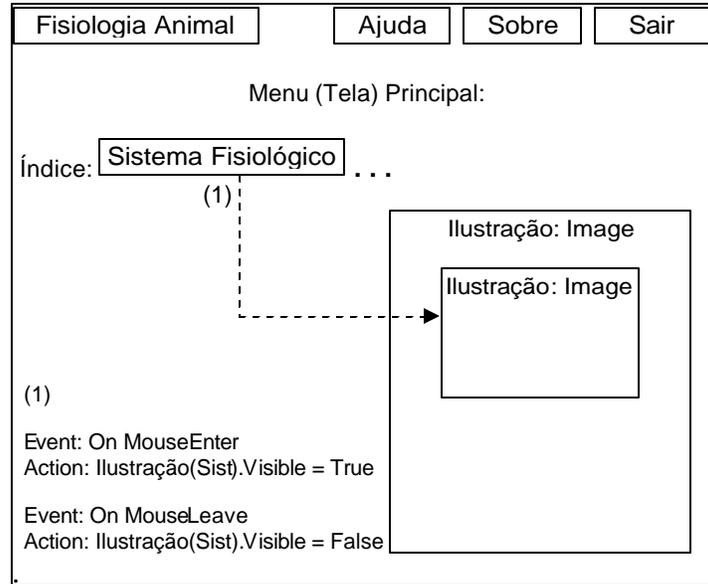


Figura 18 : ADV da tela Fisiologia Animal.

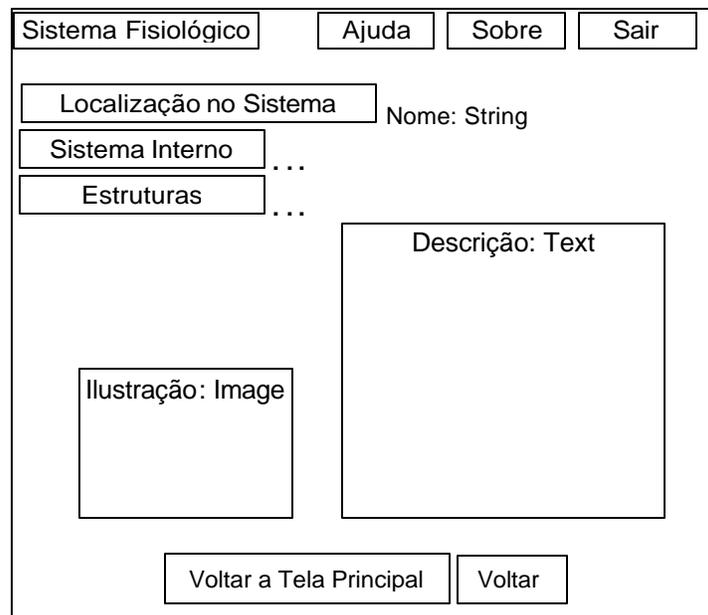


Figura 19 : ADV da tela Sistema Fisiológico.

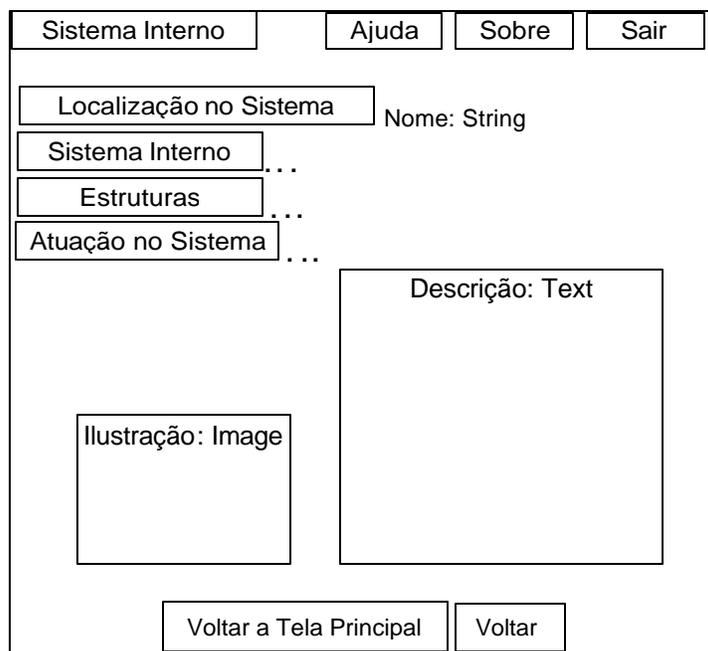


Figura 20 : ADV da tela Sistema Interno

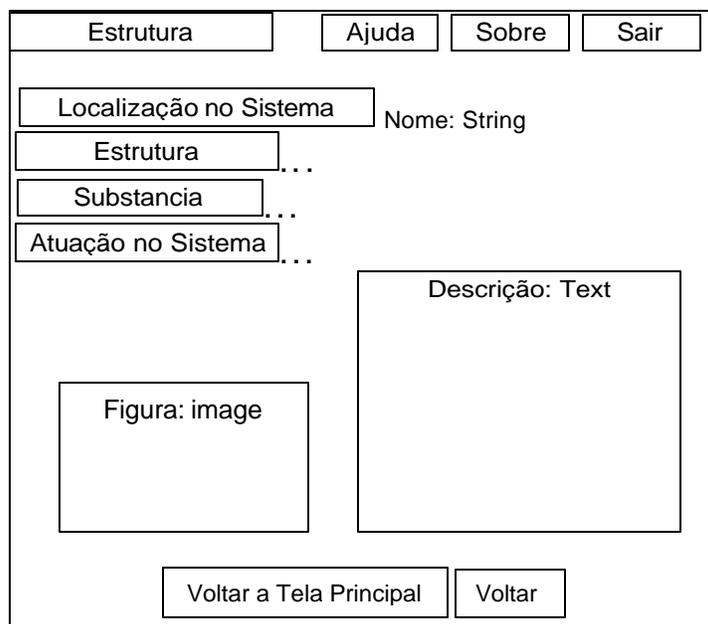


Figura 21 : ADV da tela Estrutura.

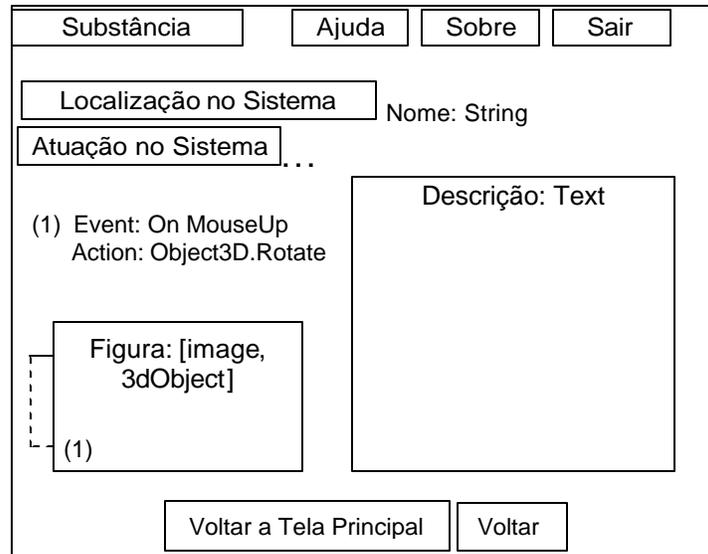


Figura 22 : ADV da tela Substância.

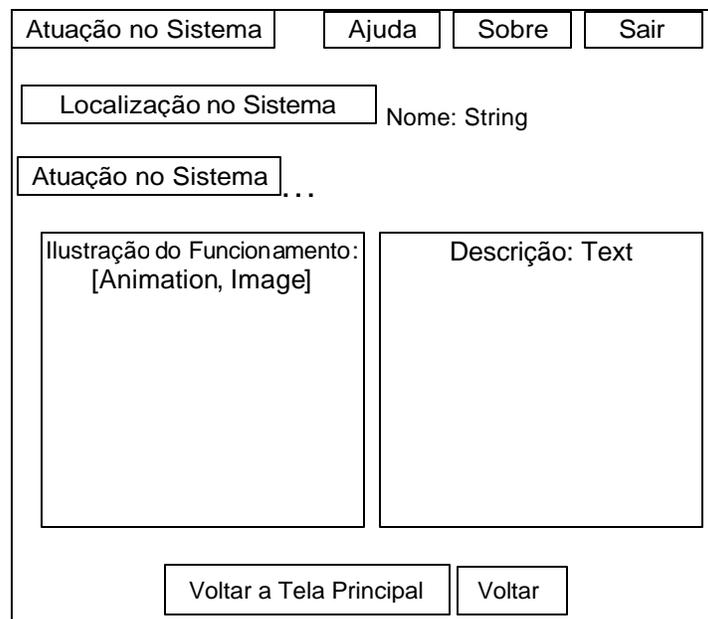


Figura 23 : ADV da tela Atuação no Sistema.

Tem-se assim, 6 (seis) ADVs relativos à interação entre o usuário e as classes Navegacionais existentes. É interessante destacar que o primeiro ADV, referente à figura 25, se apresenta como a tela principal, onde se apresentam todos os sistemas fisiológicos que podem ser acessados (como no caso do sistema nervoso) ou então adicionados à ferramenta.

Descreveremos a seguir, na figura 24, outro ADV representando a caixa de diálogo quando acionada pela âncora “Sair” acessível durante todo período de execução do aplicativo.

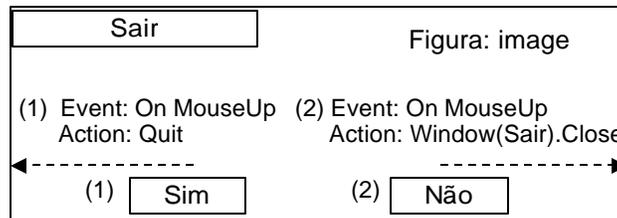


Figura 24 : ADV da caixa de Dialogo de Saída do programa.

Na etapa da modelagem de Interface Abstrata, o OOHDM permite a definição de instâncias excepcionais, suportando a descrição de objetos de interface no nível instancial. A utilização deste recurso nos permite destacar uma outra possibilidade sobre a representação de instâncias da classe Sistema Interno, permitindo então, uma forma de apresentação desta, caso não seja necessário um destaque exclusivo à sua atuação no sistema, ou mesmo como forma de demonstrar sua atuação em um mesmo “espaço” ou janela, destacando a união entre o sistema e seu funcionamento.

A ADV da instância descrita está representada a seguir na figura 25.

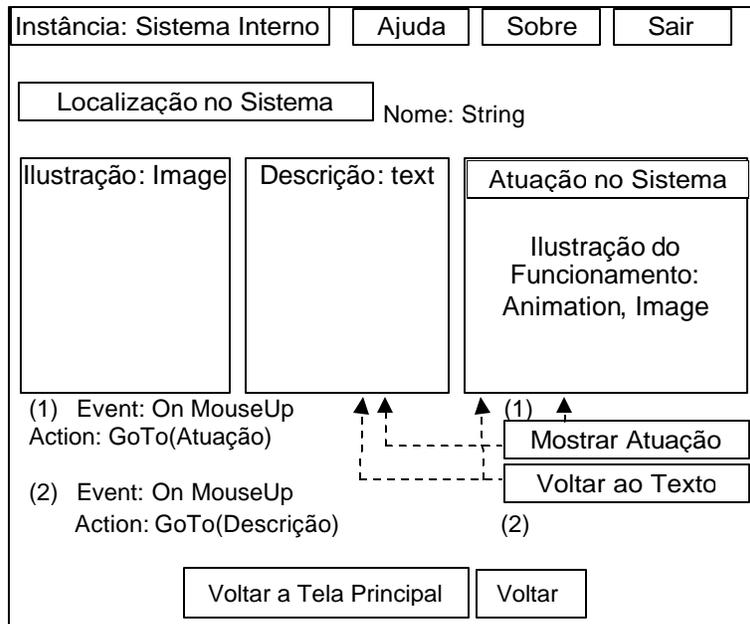


Figura 25 : ADV da instancia do Sistema Interno.

4.1.4 Implementação

A implementação é a etapa final do método OOADM. Durante seu desenvolvimento estaremos mapeando o projeto formulado, sendo que seu resultado se responsabilizará em grande parte pelo aproveitamento ou não da ferramenta. Nesta fase, estaremos também definindo a interface prática, devendo então, seguir regras de usabilidade.

Como resultado desta etapa tem-se o aplicativo final. Ilustramos na figura 26, o logotipo do aplicativo elaborado.



Figura 26 : Logotipo do Sistema educacional elaborado

Como dito, estaremos utilizando para implementação, o sistema de autoria de multimídia denominado Director versão MX, desenvolvido pela Macromedia®. Esta ferramenta possui todos requisitos necessários para implementação do aplicativo e se demonstrou de fácil manuseio e aprendizado.

Como forma de apresentar a ferramenta de autoria utilizada e introduzir alguns conceitos básicos para a compreensão dos recursos e funcionalidades utilizados durante a etapa de implementação, apresenta-se no Anexo, conceitos, abordagens e recursos da ferramenta.

Para aproveitar ao máximo os recursos didáticos disponíveis por um sistema hipermedia e chamar a atenção do discente para o conteúdo, sem entretanto, demonstrar qualquer reação que o levasse a considerar o sistema agressivo, impositivo, ou mesmo monótono, escolheu-se uma abordagem com características cômicas para apresentação do conteúdo. Para este fim, foi então elaborado um mascote, que se apresenta como tutor ou ajudante na representação do conteúdo, um tipo de “Virtual Companion” como descrito por

Gazzaniga et al.(2000), porém nesta versão do aplicativo, este ainda não apresentará interação com o usuário. O mascote pode ser descrito como um “Suíno vestido de médico” que está ilustrado na figura 27, abaixo.



Figura 27 : Agente Virtual e Mascote da Ferramenta Desenvolvida.

Ressalta-se que os arquivos desenvolvidos em Director são denominados filmes. Através da interconexão desses filmes ou mesmo com um único filme, desenvolvemos um projeto multimídia. Pode-se dizer então, que nossa ferramenta se dividiu em três principais filmes (ou partes), sendo eles, a Apresentação, a Tela Principal e o Sistema Fisiológico (Sistema Nervoso). O projeto, entretanto, possui outros filmes para complementação, como animações de funções ou efeitos, Caixa de Diálogo, etc.

A primeira etapa de implementação se refere à apresentação da ferramenta. Achou-se interessante apresentar uma introdução ao usuário antes

que se inicie a navegação pelo conteúdo, como forma de apresentar a ferramenta e atrair a atenção do aluno.

Descreve-se a seguir, a animação realizada na apresentação. Assim, define-se como foram elaboradas as animações do projeto, uma das prioridades de representação da aplicação.

As animações foram desenvolvidas em Director, com elementos elaborados no 3ds max 5, da Discreet® e Photoshop 7, da Adobe®. Ressaltamos que o controle de animação utilizado pelo Director é explícito. Definindo, quadro a quadro, quais, quantos e onde os atores deverão ser apresentados, ou por interpolação, bastando então, descrever suas propriedades e nos quadros-chave, origem e destino. Ambas técnicas foram utilizadas de acordo com a necessidade.

Para obter um protótipo ou previsão das animações foram utilizados *Storyboards*, um gráfico de cenas e pontos de decisão que permite uma clara imagem da estrutura e seqüência da animação. Nele, ilustra-se cada cena, com sua ordem e descrição. Também poderão estar descritos, qual a cor dos textos, imagens, fundo, narração e seu tempo, enfim, tudo o que tem em um quadro de animação.

Na figura 28 demonstramos a animação presente na introdução em alguns quadros.



Figura 28 : Representação da Animação Introdutória em alguns “frames”.

Em seqüência assim como apresentado na ferramenta temos o menu principal presente na tela principal. O menu foi mapeado a partir do ADV da tela principal, tendo como particularidade a forma como são apresentados os sistemas fisiológicos existentes. Assim, estes foram representados através de ilustrações que são mostradas quando o cursor estiver sobre a string com o nome do sistema e então desaparecem quando o cursor não estiver mais sobre esta string.

Esta função foi implementada em lingo utilizando a propriedade visible do objeto em destaque como exemplificado abaixo:

```
on mouseEnter me
    sprite(Numero do castMember).visible = TRUE
end

on mouseLeave me
    sprite((Numero do castMember).visible = FALSE
end
```

Outra função necessária foi a de abrir o filme relacionado ao *castMember*, quando este for “clicado” pelo usuário. Esta função foi desenvolvida utilizando o Behavior existente no Director, denominado “Play Movie X” que roda o filme desejado, quando acionado pelo evento Mouse_Up ou End_Frame.

Como forma de melhorar a interface, a usabilidade e o nível de interação, foram também adicionadas outras funções para possibilitar ao usuário identificar os Itens Navegáveis: um para alterar o cursor para forma “Finger” quando este estiver sobre o item, outro para mudar a cor e forma do texto para destacar uma String Navegável quando o cursor se encontrar sobre o Item, e por fim, uma função para tocar sons quando o cursor estiver sobre o item ou for clicado.

Apresentamos na figura 29, a tela principal contendo o menu principal. Representada como quando o cursor está sobre o item Sistema Digestório.

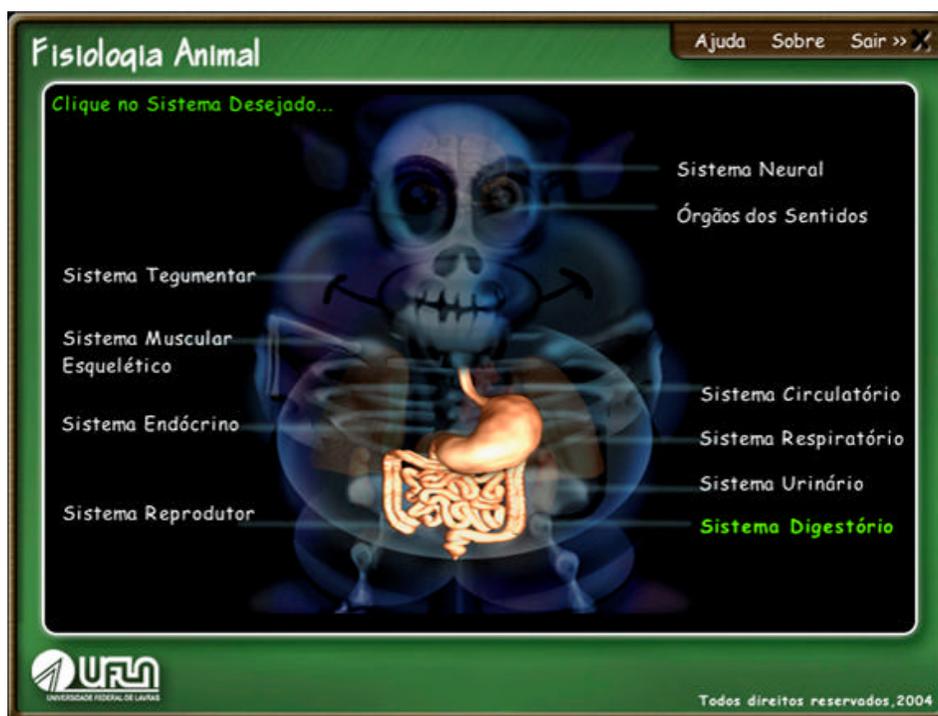


Figura 29 : Tela Principal referente ao Menu Principal da ferramenta.

A caixa de diálogos, representada pela figura 30, foi desenvolvida como forma de confirmar o fechamento do aplicativo pelo usuário, após clicar sobre o item sair ou o “X” no canto superior direito da tela.

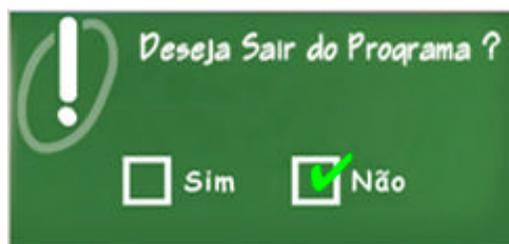


Figura 30 : Janela da Caixa de Diálogo de Confirmação de Saída do Programa.

Existe, nesta janela, uma função que faz com que a caixa localizada sobre a resposta Sim ou Não seja destacada, substituindo-se a figura e então executada quando clicada. Abaixo, estão exemplificadas as instruções para o item “Não”. As instruções são semelhantes para o item “Sim”, porém quando clicado (mouseUp) executa o comando “quit”.

```
on mouseEnter me
  set the member of sprite the currentSpriteNum to member
  "nao_true"
end

on mouseLeave me
  set the member of sprite the currentSpriteNum to member
  "nao_false"
end

on mouseUp me
  window("bool").close()
end
```

Após definida a estrutura base para o aplicativo, temos os filmes responsáveis pela representação dos Sistemas Fisiológicos para possibilitar o crescimento do conteúdo do software. Cada filme implementado corresponderá a apenas um sistema. Na versão do aplicativo, está implementado o filme referente ao sistema neural.

No sistema Neural seguimos a estrutura de divisão a figura 31. Abaixo:

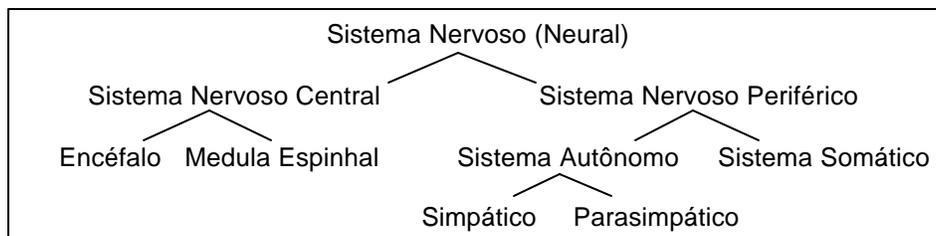


Figura 31 : Estrutura de Divisão Fisiológica do Sistema Nervoso.

Acrescentamos também a estrutura “Tecido Celular” que, por fins didáticos, é necessário ser apresentada antes dos sistemas internos do sistema neural.

Assim, temos mapeado a partir do ADV dos Sistemas Fisiológicos, a interface referente ao Sistema apresentado pela figura 32.

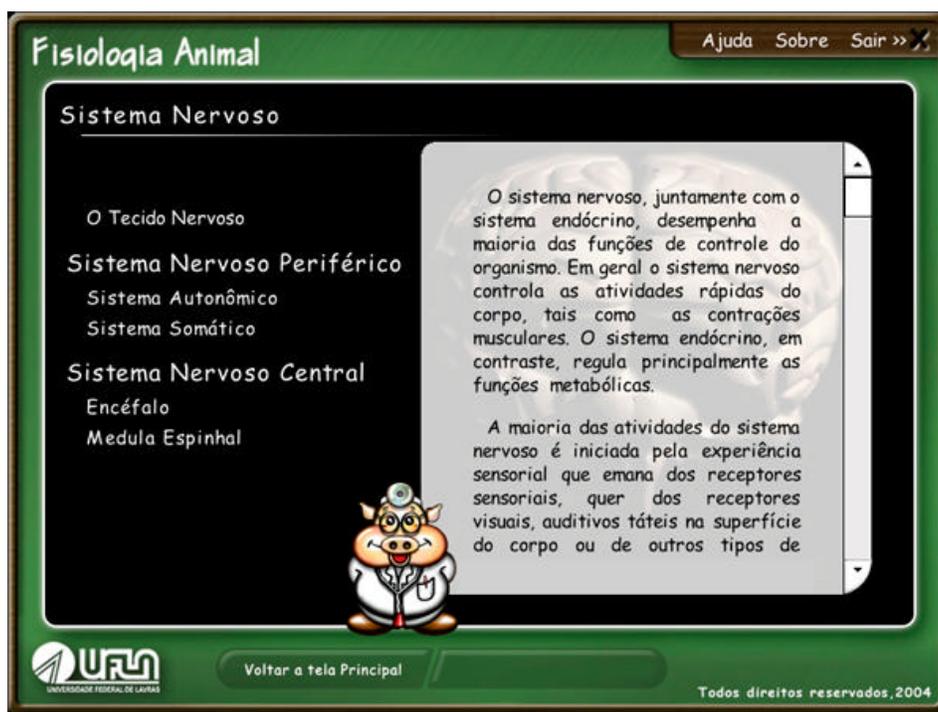


Figura 32 : Tela referente ao Sistema Nervoso da ferramenta elaborada.

Nesta fase, introduzimos uma função padrão para identificação e feedback de itens navegáveis, através da função over_me. Nela, quando o cursor estiver sobre uma string navegável, ele se torna do tipo “finger”, a string se torna amarela negrito, é acionado um membro som e, por fim, quando a string é

clicada, outro tipo de som é acionado. A instrução é descrita conforme as instruções seguintes:

```
property selected

on mouseEnter me
  thismember = sprite(me.spriteNum).member
  member(thismember).fontStyle = [#bold]
  member(thismember).foreColor = 4
  puppetSound 3, member "click1"
  cursor 280
end

on mouseLeave me
  thismember = sprite(me.spriteNum).member
  member(thismember).fontStyle = [#plain]
  member(thismember).foreColor = 0
  cursor -1
end

on mouseDown me
  selected
  thismember = sprite(me.spriteNum).member
  member(thismember).fontStyle = [#plain]
  member(thismember).foreColor = 0
  cursor -1
end

on selected
  puppetSound 3, member "click2"
end
```

Em relação aos sistemas e estruturas internos deste mesmo sistema, foram implementados o “Tecido Nervoso” e o “Sistema Autônomo” e nestes, foi detalhado todo o conteúdo necessário para seu entendimento.

No Tecido Nervoso, temos as estruturas Neurônio, Neuróglio e o Funcionamento da Sinapse Elétrica e Química. Nesta parte, chamamos atenção para as animações do funcionamento que se apresentam em fases para não confundir o usuário.

Apresentaremos a seguir, na figura 33 a tela referente a Sinapse química do Neurônio.



Figura 33 : Tela referente ao Funcionamento da Sinapse Química do Programa.

Na representação do Sistema Nervoso Autônomo, ressaltamos seus sistemas internos Simpáticos e Parasimpáticos. Estes foram mapeados segundo o ADV de instâncias de Sistemas Internos, no qual seu funcionamento se apresenta na mesma tela de seu conteúdo inicial de ilustração e descrição. Nesta etapa também foram realizadas animações e apresentado um modelo 3d no link referente à substância noradrenalina ou acetilcolina. Note que estas substâncias não seguiram o ADV de substâncias produzidas, uma vez que, estas serão posteriormente implementadas e detalhadas com demais substâncias relacionadas. Nas Figuras 34 e 35 representamos o Sistema Simpático com seu funcionamento e o Sistema Parasimpático com o modelo 3d da acetilcolina.

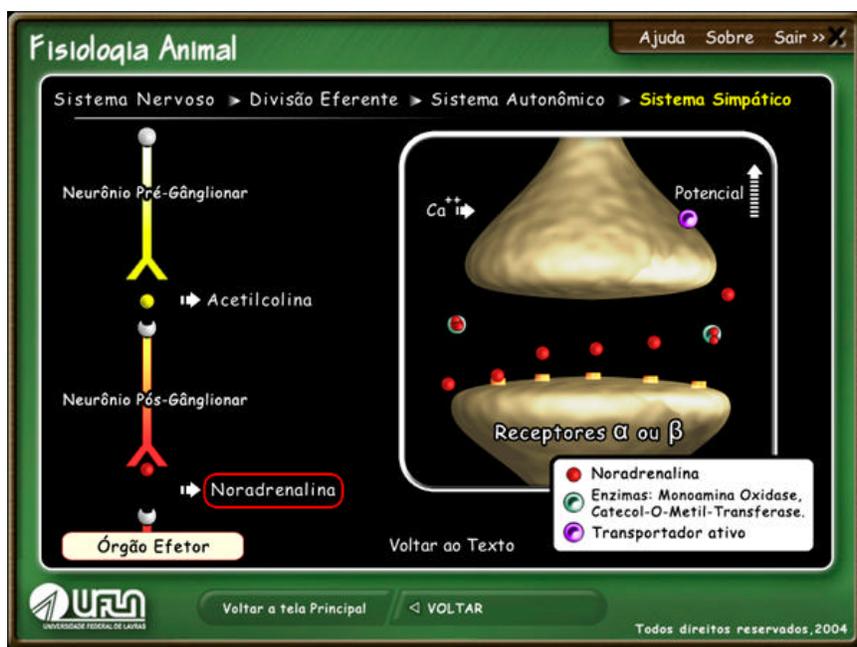


Figura 34 : Tela referente ao Funcionamento de captação da Nodarenalina.

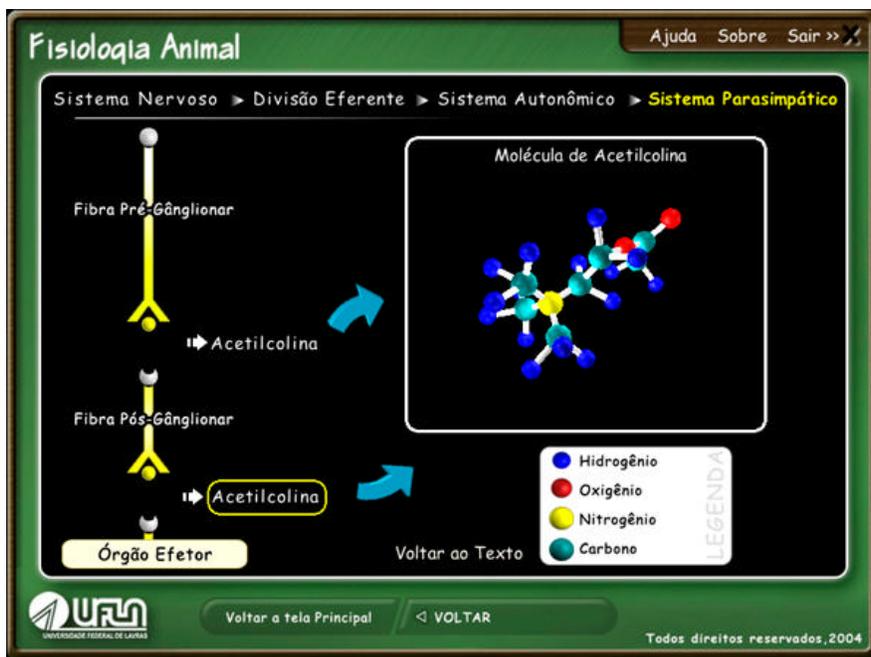


Figura 35 : Tela referente ao modelo 3d da substancia acetilcolina.

Por fim, foram implementados os 18 (dezoito) efeitos do Sistema Nervoso autônomo, tanto Simpático quanto Parasimpático em 10 (dez) órgãos do Sistema. Todas representações foram compostas por animações de forma a apresentar melhor seu funcionamento.

Temos como exemplo, a representação do Efeito do Sistema Nervoso Autônomo Simpático sobre os pulmões, causando dilatação dos brônquios, mostrada na figura 36.

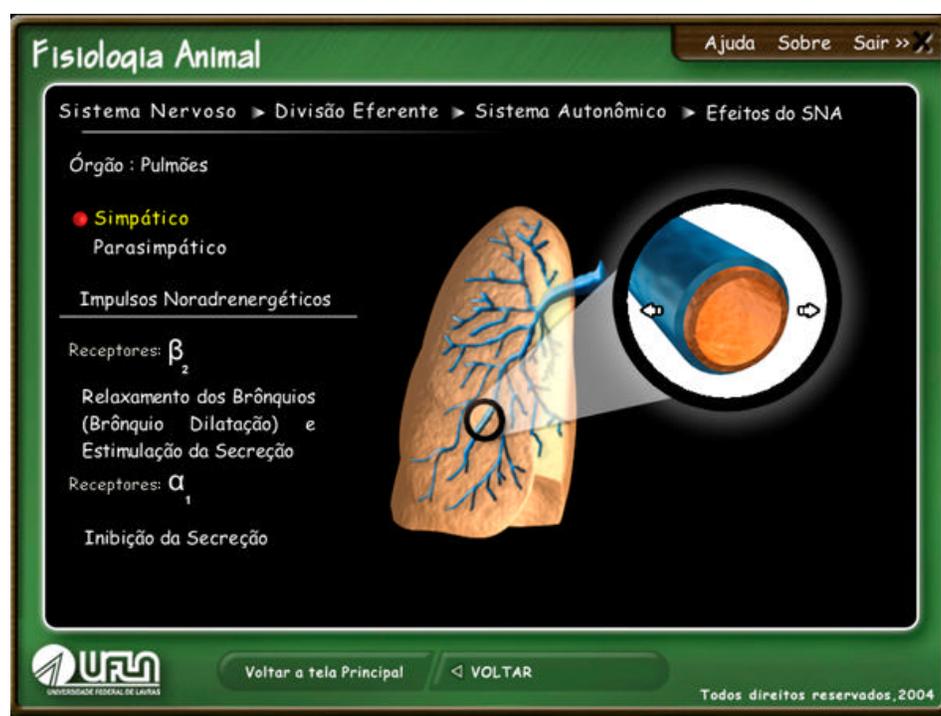


Figura 36 : Tela referente ao efeito do SNA Simpático nos pulmões.

Depois de realizadas todas as etapas mencionadas, criou-se o projeto, que faz com que os filmes criados se tornem um arquivo executável . A

ferramenta, porém, dependerá de alguns arquivos distribuídos junto ao aplicativo, que representam os modelos 3d, e filmes protegidos.

Assim, finalizamos a etapa de implementação. Note que para completar os demais sistemas fisiológicos, bastaram ser acrescentados, os filmes contendo o conteúdo desejado e então ligados ao item referente no menu principal.

CAPÍTULO V -CONCLUSÃO

No presente trabalho foi realizada a modelagem e implementação de uma ferramenta educacional para o ensino de fisiologia animal. O processo contou com a análise bibliográfica, estudo do método OOHDM, e estudo do software Director da Macromedia®.

Durante a modelagem do projeto, observou-se que a metodologia oferece passos bem descritos para o desenvolvimento de um sistema. O método também atua como orientador durante a elaboração do sistema em todos os sentidos, uma vez que engloba de forma eficiente todas etapas necessárias para produção, incluindo o mapeamento para implementação, de rara ocorrência em sistemas similares. O OOHDM permite assim, que qualquer pessoa, após o estudo da metodologia, crie qualquer tipo de sistema hipermédia.

O método também se mostrou eficiente na produção de ferramentas que necessitem de atualizações, disponibilidade para enriquecimento ou reaproveitamento, permitindo que a aplicação desenvolvida seja acrescida de conteúdo.

Outro fato interessante é a documentação detalhada resultante do uso de OOHDM, acreditando permitir que outra pessoa continue um projeto a partir das três primeiras etapas de desenvolvimento.

Quanto à ferramenta de autoria escolhida (Macromedia Director), demonstrou grande capacidade de representação, disponibilizando um grande número de recursos de fácil manuseio. Esta característica possibilita alta produtividade e riqueza na representação. A abordagem do software na utilização de filmes interligados se demonstra, permitindo reusabilidade, atualização da ferramenta. Algumas dificuldades, entretanto, foram encontradas durante o mapeamento dos modelos para implementação no director, uma vez

que a representação através de uma linha de tempo linear (score) contrasta com a orientação a objeto do método.

A ferramenta hipermídia elaborada demonstrou um grande potencial de aproveitamento. Nota-se que os recursos oferecidos por ferramentas hipermídia são de grande complexidade e escala, permitindo representar com eficiência sistemas de qualquer área do conhecimento. Através destes sistemas interativos, podemos representar conteúdos complexos que, quando apresentados na forma de animações, facilitam seu entendimento. Neste sentido, acredita-se que ferramentas educacionais hipermídia são bastante promissoras, proporcionando um grande número de vantagens para o aprendizado.

A seguir, algumas sugestões são apresentadas como forma de ampliar o projeto e explorar os recursos disponibilizados pelos sistemas hipermídia:

- Como prioridade, ampliar o conteúdo da ferramenta elaborada, completando todos sistemas fisiológicos. Dispondo assim, uma ferramenta completa para apresentação didática da fisiologia animal em instituições de ensino com disciplinas relacionadas.
- Elaborar através do mascote um agente virtual para acompanhar e ajudar o usuário na utilização do sistema. Através da interação deste com o usuário, cria-se um “companheiro virtual” possibilitando assim, maior interesse no aprendizado e aumento da facilidade de uso da ferramenta.
- Utilização de recursos sonoros do aplicativo na narração das descrições e funcionamentos do sistema, possibilitando assim, uma melhor opção do acompanhamento e aprendizado individual da ferramenta.
- Projeto de avaliação da ferramenta desenvolvida como forma de estudar a utilização e aproveitamento da ferramenta em sala de aula.
- Elaboração de demais ferramentas educacionais Hipermídia, explorando demais áreas do conhecimento.

CAPÍTULO VI - REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

[**Accorsi, et al. 2002**] Accorsi, F.; Menezes, P. F. B. e Nedel, L. P. Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Instituto de Informática. Porto Alegre, Julho de 2002.

[**Alonso et al., 2002**] Alonso, L. S.; Resende, H. R. A.; Resende Jr., J. C.; Oliveira, E. D.; França, R. N.; Lopes, M. A. Desenvolvimento de um Atlas digital de anatomia veterinária, UFLA, 2002.

[**Armstrong et al. 2002**] Armstrong J., Brown G., Gowin S., e Statler T. *Using Director MX*, Frist Edition, Macromedia, Inc. San Francisco. December, 2002.

[**Angeloni, Kreutz & Barreto, 2000**] Angeloni, M. N. M.; Kreutz, L. S.; Barreto, J. M. Técnicas de Simulação Hipermedia na Área Medica. Grupo de pesquisas em Engenharia Biomédica, UFSC, 2000.

[**Bernstein 1994**] Bernstein, M. Hypertext with characters. *Proceedings of the International Workshop on Hypermedia Design, Montpellier*, Springer Verlag, June 1994.

[**Brusilovsky, 1994**] Brusilovsky, P. *Adaptive Hypermedia: An Attempt to Analyze and Generalize*. First International Conference in Multimedia, Hypermedia and Virtual Reality: Models, Systems and Applications - MHVR'94, Russia, September, 1994, pp 287-304. Lecture Notes in Computer Science 1077.

[**Carneiro et al. 1994**] Carneiro, L. M. F; Coffin, M. H.; Cowan D. D.; Lucena, C. J. P. *ADVcharts: a Visual Formalism for Highly Interactive Systems*. In M.D. Harrison and C. Johnson editors, *Software Engineering in Human-Computer Interaction*. Cambridge University Press, 1994.

[**Cowan et al. 1993**] Cowan, D. D.; Ierusalimschy, R.; Lucena, C. J. P; Stepien, T. M. *Abstract Data Views. Structured Programming*, 14(1):1-13, January 1993.

[**Cowan & Lucena 1995**] Cowan, D. D. & Lucena, C. J. P. *Abstract Data Views: An Interface Specification Concept to Enhance Design for Reuse*. IEEE Transactions on Software Engineering, Vol.21, No.3, March 1995.

[**Cunha & Zambalde, 2002**] Cunha, M. C. R. M. e Zambalde A. L. Autoria em Hipermídia: O Modelo OOHDM Aplicado ao ensino de linguagens de programação, UFLA, 2002.

[**Dubois & Vial, 2000**] Dubois, M. & Vial, I. Multimedia Design: The effects of relating multimodal information. *Journal of Computer Assisted Learning*, Vol. 16, No. 2, pp. 157-165, 2000

[**Epstein, 1998**] Epstein, B. A. *Lingo in a nutshell. Sebastopol: O'Reilly & Associates Inc.*, 1998.

[**Frandsen 1979**] Frandsen, R. D. Anatomia e fisiologia dos animais domesticos. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1979.

[**Garzotto et al. 1993**] Garzotto, F.; Schwabe, D.; Paolini, P. HDM- A Model Based Approach to Hypermedia Application Design, *ACM Transaction on Information Systems*, Vol. 11, #1, pág. 1-26. January 1993.

[**Gazzaniga et al. 2000**] Gazzaniga G.; Morrone G.; Ovcin E.; Scarafiotti A.R. Proceedings of WCC2000: World Computer Congress 2000, Conference on *Educational Uses of Information and Communication Technologies*, Publishing House of Electronics Industry, Beijing, 2000. 363-366.

[**Gil 1991**] Gil, A.C. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Atlas, 1991.

[**Gürtler et al. 1987**] Gürtler, H.; Ketz, H. A.; Kolb E.; Schröder, L.; Seidel, H. Fisiologia Veterinária, Editora de Elrich Kolb, 4 ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1987.

[**Guyton et al. 1991**] Guyton, A. C. *Textbook of medical physiology*, W.B. Saunders Company, Washington, Philadelphia, 1991.

[**Harrison et al. 1993**] Harrison W. & Ossher H., *Subject-Oriented programming (A critique of pure objects)*. Proceedings of OOPSLA'93, ACM Sigplan Notices, pág 411-428, ACM Press. 1993.

[**Izakowitz et al. 1995**] Izakowitz, T.; Stohr, E.; Balasubramaniam, P., RMM: *A methodology for structured hypermedia design*. Comm of the ACM, pág 34-44. October 1995.

[**Kappelman et al. 2001**] Kappelman, J.; Palmer, A.; Maga, M.; Zylstra, M.; Ryan, M. T.; & Alport, L. *The e-Skeletons Project - Interactive Learning*, University of Texas at Austin, 2001.

[**Lange 1994**] Lange, D. *An Object-Oriented design method for hypermedia information systems*, *Proceedings of the 27th. Annual Hawaii International Conference on System Science*, January 1994.

[**Marmolin, 1992**] Marmolin, H. *Multimedia from the Perspectives of Psychology*. In *Multimedia. Systems, Interaction and Application*. (Ed, Kjelldahl, L.) Springer, Berlin, Germany, pp 39-54.

[**Marques & Schroeder, 1991**] Marques, A.V. & Schroeder C. C. Aplicação de conceitos de ergonomia de interface no desenvolvimento de um software educacional, UFSC, 1991.

[**Martins, 2000**] Martins, M. L. Z. Hipermídia para o ensino de História. In: II Congresso Internacional de Educação, 2000, Florianópolis. Florianópolis: Colégio Coração de Jesus, 2000, p. 228-230.

[**Meleiro & Giordan, 2003**] Meleiro, A & Giordan, M. Hipermídia no ensino de modelos atômicos. Texto LAPEQ n°:09 - Laboratório de Pesquisa em Ensino de Química e Telemática Educacional. Universidade de São Paulo Faculdade de Educação, Junho 2003.

[**Nelson, 1965**] Nelson, T. H *The Hypertext*, Proceedings of the World Documentation Federation Conference. 1965.

[**Nilsen, 1993**] Nielsen, J.: “*Usability Engineering*”, Chestnut Hill, 1993

[**Oliveira et al. 2002**] Oliveira, R.; Zambalde, A. L.; Alves, R. M.; Gomes, S. A. C. Uso do modelo OOHDM para Construção de uma Aplicação de Ensino Voltada para o setor Agropecuário. UFLA, 2002.

[**Petreche et al. 2000**] João Roberto Diego Petreche, J. R. D., Graça, V. A. C. e Santos E, T. O Uso de Animação como Ferramenta de Ensino-Aprendizado Vinculado ao Processo de Abstração Geométrica Departamento de Engenharia de Construção Civil - Escola Politécnica da USP, 2000.

[**Rossi 1996**] Rossi, G. H. Um método Orientado a Objetos para projeto de aplicações Hiperfídia. PHD Thesis. PUC-RIO, Rio de Janeiro, 1996.

[**Sanchez et al. 1995**] Sanchez, J.; Lumbreras, M.; Bibbo, L. M. *Hyperstories to think with. Proceedings of the International Workshop on Hypermedia Design IWHD'95*, Montpellier, Springer Verlag. 1995

[**Schwabe & Rossi, 1994**] Schwabe D. & Rossi G. *OOHDM: An Object Oriented Hypermedia Design Method*. PUC-RJ, 1994.

[**Schwabe & Rossi. 1995**] Schwabe, D. & Rossi, G. *Building Hypermedia Applications as Navigational Views of Information Models, Proceedings of the Hawaii International Conference on System Sciences*, Hawaii, January 1995.

[**Schwabe et al. 1996**] Schwabe, D.; Rossi, G.; Barbosa, S. D. J. *Systematic Hypermedia Application Design Using OOHDM Hypertext'96 - Seventh ACM Conference on Hypertext*. Washington DC, EUA. pp.116-128. PUC-RJ, 1996.

[**Schneiderman, 1998**] Schneiderman, B.: “*Design the user interface*”, Addison-Wesley,1998.

[**Swan & Meskill, 1996**] Swan, K. & Meskill, C. *Using hypermedia in response-based literature classrooms: a critical review of commercial applications. Journal of Research on Computing in Education*, 29, (2), 167-195. University at Albany,1996.

[**UML 2003**] UML Document Set. Version 1.5 March, 2003, Object Management Group, 2003.

[**Vaananen, 1993**] Vaananen K. *Metaphor-Based user interfaces for Hyperspaces. Workshop in Methodological Issues on the Design of Hypertextbased User Interfaces*, Darmstadt, Germany, July 1993.

[**White 1996**] White, M. A. *Information and Imagery Education*. University of Colombia, UNIV 302 Course Packet, 1996.

[**Zambalde et al. 1999**] Zambalde, A. L., Alves, R.M. e Lopes, M.A. *Modelagem, autoria e análise de usabilidade de aplicação hiperfídia direcionada ao setor agropecuário*”, UFLA, 1999.

[Zabalde & Alves, 2002] Zabalde, A. L., Alves, R. M. Introdução a Informática Educativa – Universidade Federal de Lavras / Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão., 2002.

ANEXO

Macromedia® Director

Existem diversas ferramentas de autoria multimídia, o Macromedia Director se destaca entre tais por ser uma ferramenta de fácil aprendizado e simples utilização, permitindo ao usuário, experiente ou leigo em relação à programação, desenvolver sistemas multimídia complexos. Para o desenvolvimento do projeto optou-se então pelo Director MX, da Macromedia®. Como forma de apresentar melhor o sistema e como a ferramenta foi desenvolvida descreveremos neste item as funcionalidades e componentes do Director.

Este sistema de autoria utiliza a metáfora de que o autor esteja realizando a produção de um filme, sendo, como próprio nome indica, seu diretor. Como em filmes, definem-se os atores (castmembers), o cenário (stage), a seqüência de cenas (score) e o papel de cada ator (script). Esta abordagem facilita a compreensão da ferramenta e permite uma rápida assimilação.

Os elementos cast, stage, score e scripts são mostrados na tela de abertura do Director, mostrada na figura 1, abaixo.

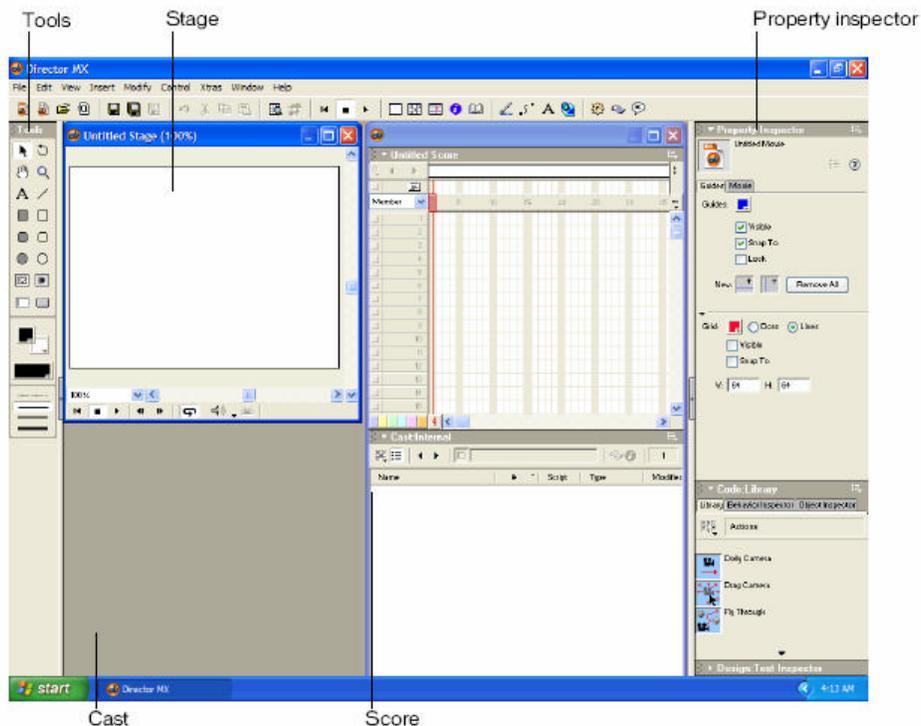


Figura 1 : Tela de abertura padrão do Director MX [Armstrong et al. 2002]

Stage

Stage, se traduz em palco, sendo então, o local onde será apresentado o espetáculo, no caso, a apresentação multimídia. É o filme onde os castmembers (atores) irão atuar. Nesta tela serão apresentados os dados conforme visto pelo usuário final seguindo o modelo “What you see is what you get”, ou seja, o que você vê é o que você terá na execução final do programa. A figura 2 apresenta a tela referente ao *Stage*, destacando o *Title bar* (Barra de Título) *Canvas area* (Area de Trabalho), *Scroll bars* (Barras de rolamento e *Control Panel* (Painel de Controle)).

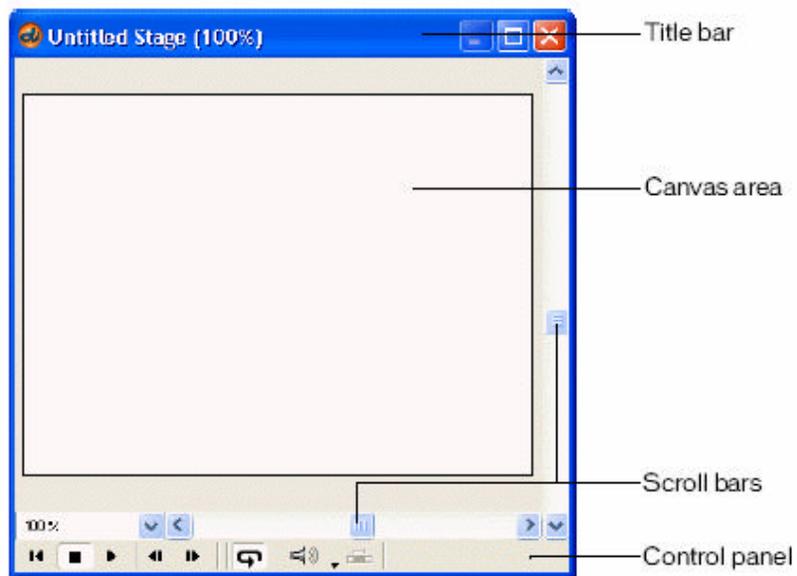


Figura 237 : Janela Stage do Director MX [Armstrong et al. 2002]

Painel de controle (*Control Panel*)

O painel de controle é responsável pela execução do filme, controlando como o filme irá ser apresentado, ou seja, como este irá “tocar” no ambiente, este poderá estar disposto anexado ao stage ou não (flutuante).

A figura 3 apresenta a janela control panel flutuante.

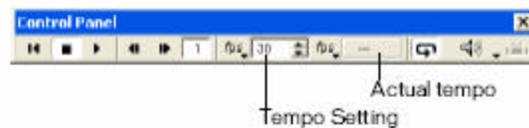


Figura 38 : Janela flutuante, Control Panel do Director MX [Armstrong et al. 2002]

O painel é comumente utilizado durante o desenvolvimento, ao executar, parar, avançar ou retroceder um filme. Permite ainda o controle de repetições (loop), no caso de optar-se por uma execução contínua do filme, e também a habilitação ou não dos sons.

Este controle permite também o ajuste do tempo de execução do filme em frames per second (quadros por segundo), fazendo assim o controle da velocidade em que ocorre a atualização das informações dispostas no stage.

CastMembers

Os castmembers são os atores que farão parte da apresentação, esta entidade representa os dados necessários para o aplicativo multimídia, podendo representar diversas formas de objetos como: imagens, sons, textos, botões, formas vetoriais, objetos 3d e até mesmo outros filmes. Estes poderão ser criados dentro do próprio director ou importados de fora do programa. O elenco então, poderá ser disposto sobre o score e então apresentado no stage. É importante ressaltar que os cast members, quando posicionados no stage, representam apenas uma instância do Cast Members original. Sendo assim, poderá haver múltiplas instâncias deste Member e todas modificações destes não irão interferir no objeto original, sendo porém, o contrário, verdadeiro.

A figura 4 apresenta a janela que contém os castmembers.

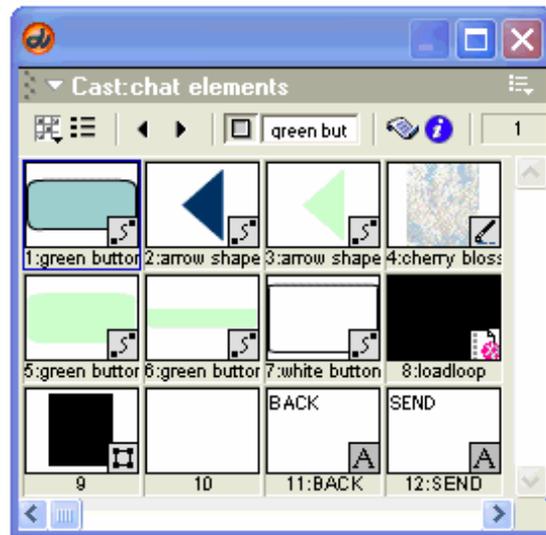


Figura 39 : Janela de Cast Members do Director MX [Armstrong et al. 2002]

Score

O *Score* é responsável pela organização e controle das informações do filme em relação ao fluxo do tempo, sendo assim, nele se pode definir quais serão as ações e modificações realizadas pelos *CastMembers* que serão apresentados na stage. O objeto que representará estes *CastMembers* no *Score*, se denomina *Sprite*. Estes objetos serão responsáveis pelo controle de quando, onde e quantos *Members* aparecerão em um filme do Director.

O *Score* é dividido em linhas (canais) e colunas (frame). A interseção de uma coluna com uma linha denominamos célula ou quadro. Além dos canais usuais para o gerenciamento dos *CastMembers*, ele possui seis canais especiais para efeitos. No *Score* também estão os frames, que representam uma única unidade de tempo, e a cabeça de leitura (*playhead*). A figura 5 mostra a janela *Score*, na qual podemos observar a cabeça de leitura (Playhead) e os Sprites.

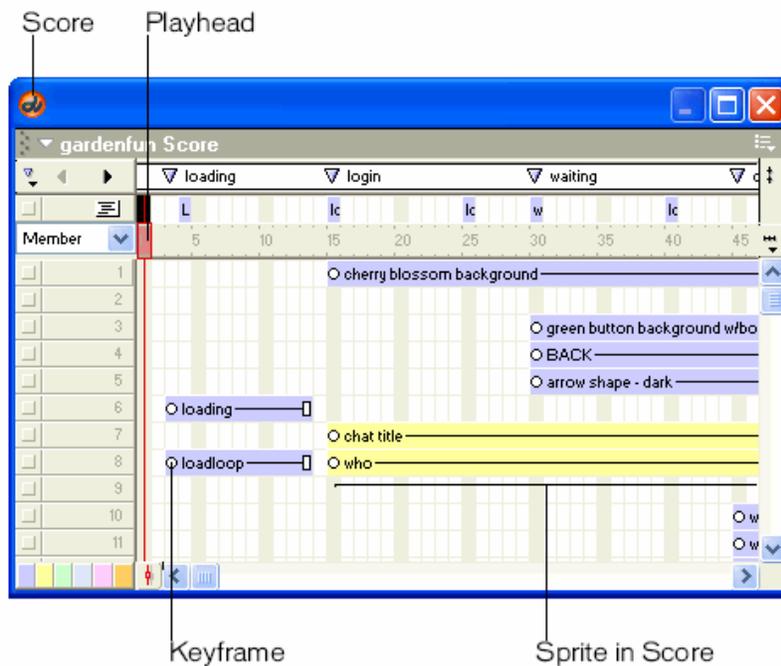


Figura 5 : Janela Score do Director MX [Armstrong et al. 2002]

Lingo

Lingo é a linguagem de programação utilizada pelo director. É descrita como uma linguagem de “script”, cuja sintaxe e construção se aproxima da língua inglesa em sua forma usual, ou seja, falada. O filme irá responder segundo condições ou eventos definidos em scripts em Lingo definindo toda interatividade da apresentação. O director utiliza quatro formas de scripts, behaviors, scripts de filme, scripts de pai e scripts anexados a CastMember.

No director os scripts são escritos na janela representada pela figura 6, denominada script window.

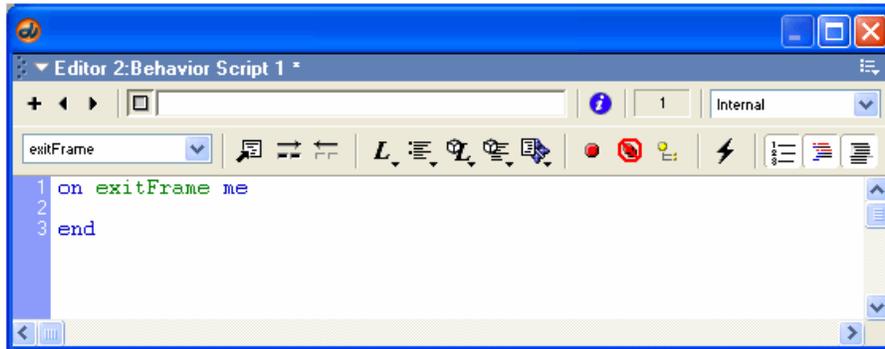


Figura 6 : Janela com o Editor de Scripts do Director MX [Armstrong et al. 2002]

De acordo com Epstein (1998), como nas demais linguagens de programação, o Lingo segue algumas regras:

- a) todo *script* é formado por handlers, que em outras linguagens normalmente são definidos como sub-rotinas ou funções. Um handler inicia-se com *on* e é encerrado por *end*;
- b) variáveis locais: utilizadas somente dentro do *handler* onde foi criada;
- c) variáveis globais: utilizadas por diferentes *frames* de um filme ou de diferentes filmes;
- d) ordem de precedência de *handlers*:
- e) *scripts* associados a eventos primários tais como:
 1. *keydownscript*;
 2. *mousedownscript*;
 3. *mouseupscript*;
 4. *timeoutscript*;
 5. script associado a um *sprite script*;
 6. script associado a um *cast member script*;
 7. script associado a um *frame script*;

8. script associado ao filme (*movie script*);
f) Permite a Orientação a objetos.

Os *scripts* de Lingo podem variar quanto à sua localização e tipo (Epstein, 1998):

- a) *sprite script*: método mais utilizado em *sprites*. Clicando sobre o *sprite* com o botão direito do mouse, gera um *behavior script* (procedimento do ator). Podem ser aplicados múltiplos *Behaviors* (comportamentos) a um *sprite* (objeto). Este efeito determina que, quando algo ocorrer no *sprite*, este efeito se restringirá apenas àquele *sprite*.;
- b) *cast members script*: definido ao colocar-se um objeto no *cast* e selecionar-se o botão de *cast member script*. O comportamento definido a este *cast*, o afetará durante toda a apresentação do filme;
- c) *frame script*: é definido na barra de *script* do *score*, determinando o comportamento daquele frame, definindo o fluxo de apresentação;
- d) *movie script*: posicionando o cursor em um *cast* vazio, e selecionando a opção de menu *Window – Script*, é possível definir um *movie script*. Nele são criadas funções, definidas variáveis, comportamentos iniciais, *frame-a-frame*, e finalizadores do programa.

Animação

Uma das grandes funcionalidades do Director é a de fazer animações de forma fácil e detalhada.

Assim como os métodos de animações da ferramenta Flash, da Macromedia®, no Director o animador define as alterações através de transformações dos atores e mudanças de seus atributos.

O mecanismo de animação também provê processos de interpolação de quadros-chave, no qual o animador define interativamente os parâmetros dos atores nos quadros-chave origem e destino, deixando para o sistema a criação dos quadros intermediários. Os movimentos também podem ser definidos através de scripts escritos na linguagem específica do sistema. Essa última alternativa de controle de movimento é bastante utilizada na criação de animações interativas.