Universidade Estadual de Campinas
Instituto de Biologia
Departamento de Genética e Evolução

DESENVOLVIMENTO, VALIDAÇÃO E AVALIAÇÃO DA ESTRUTURA DO HGEN – UM SOFTWARE INTEGRADO AO PROCESSO ENSINO APRENDIZAGEM DE GENÉTICA MÉDICA

BC/35230
IB/81389

Roberta Mazzariol Velge

Tese de Doutorado
Campinas - 1998

T/UNICAMP
V888d

SECRET
DE
PÓS-GRAD
I. B

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE BIOLOGIA
DEPARTAMENTO DE GENÉTICA E EVOLUÇÃO

DESENVOLVIMENTO, VALIDAÇÃO E AVALIAÇÃO DA ESTRUTURA DO HGEN – UM SOFTWARE INTEGRADO AO PROCESSO ENSINO-APRENDIZAGEM DE GENÉTICA MÉDICA

ROBERTA MAZZARIOL VOLPE

Esta tese defendida pelo(a) candidato(a) Roberta Mazzariol Volpe e aprovada pela Comissão Julgadora.
21/08/98

ORIENTADORA: PROFA. DRA. DENISE YVONNE JANOVITZ NORATO

Tese apresentada ao Instituto de Biologia, da Universidade Estadual de Campinas, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências Biológicas, com Área de Concentração em Genética.

Campinas – SP
Agosto – 1998

UNIDADE IB
N.º CHAMADA:
T/UNICAMP
V888d
V. Ex.
TOMBO BC/ 35230
PROC 395/98
C [ ] D [X]
PREÇO 38,11,00
DATA 30/05/98
N.º CPD

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA CENTRAL DA UNICAMP

V888d

Volpe, Roberta Mazzariol
Desenvolvimento, validação e avaliação da estrutura do HGEN - um software integrado ao processo ensino-aprendizagem de genética médica / Roberta Mazzariol Volpe. Campinas, SP : [s.n.], 1998.

Orientador : Denise Yvonne Janovitz Norato.
Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Biologia.

1. Genética médica. 2. Informática médica. 3. Tecnoloeducacional. I. Norato, Denise Yvonne Janovitz.
II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Biologia. III. Título.

Campinas, 21 de agosto de 1.998.

BANCA EXAMINADORA:

TITULARES:

Profa. Dra. Denise Yvonne Janovitz Norato (Orientadora)

Prof. Dr. Calógeras Antônio de Albergaria Barbosa

Profa. Dra. Miriam Struchiner

Profa. Dra. Antônia Paula Marques de Faria

Profa. Dra. Sylvia Helena Souza da Silva

SUPLENTES:

Profa. Dra. Andrea Trevas Maciel-Guerra

Profa. Dra. Christine Hackel

APROVADA

A minha mãe e a meu pai

que me fizeram ser como sou,

não só geneticamente...

"Não se faz o que se quer,
faz-se o que se pode,
mas, o que se pode,
determina o que se é."

Palmiro Togliati

AGRADECIMENTOS

Profa. Dra. Denise Yvonne Janovitz Norato pela amizade, por ter contribuído com a minha formação e crescimento.

Profa. Dra. Sylvia Helena Souza da Silva, Profa. Dra. Antônia Paula Marques de Faria, Profa. Dra. Mirian Struchiner pela contribuição valorosíssima.

Prof. Dr. Aquiles Eugênico Piedrabuena, pelas contribuições estatísticas e pelo parecer, sem o qual não estaria defendendo esta tese de doutorado.

Prof. Dr. Calógeras Antonio Albergaria Barbosa pela iniciação em Genética.

Profa. Dra. Andrea Trevas Maciel-Guerra, Profa. Dra. Christine Hackel, Profa. Dra. Claudete Hajaj Gonzalez, Prof. Dr. Danilo Moretti, Prof. Dr. Décio Brunoni, Prof. Dr. João Monteiro de Pina Neto e Prof. Dr. Victor Envangelista Faria Ferraz, pelas correções e contribuições.

Prof. Dr. Nilton de Oliveira Júnior, pela enorme atenção e contribuição sempre valiosa.

Profa. Dra. Marly Aparecida Spadoto Balarin e Prof. Dr. Paulo Latuf Filho, por terem permitido a utilização do HGEN na Disciplina de Genética da FMTM e da USF.

Prof. Dr. Renato Marco Endrizzi Sabbatini e companheiros do NIB, pela iniciação em Informática Médica, em especial Maria Lúcia de Azevedo Botelho.

Prof. Dr. Celso D'Ângelo, Cristiane Picerni, Flávio Alberto Cury, Rossana Cabral, Walkíria Pomper Meyer, Wilson de Moraes Franco, pela contribuição na elaboração dos ícones e ilustrações. André Luiz Malavazzi, pela ajuda na confecção das animações. Waldomiro Baghin Júnior, por ter emprestado a voz ao HGEN.

Edmison Ricardo Gonçalves, Juliana Godoy Assumpção, Eneida de Abreu Parisotto, Lee Wen Hwa, Paulo Castilho Prete, por terem testado pela primeira vez o HGEN.

Ruy Pires de Oliveira Sobrinho, pela assessoria em genética clínica. Sálua Shibli Maluf, pela assessoria em assuntos pedagógicos. Nilma Lúcia Viguetti Campos, Antonio Conceição Costa e Inára Ignacchitti, pela assessoria em citogenética. Íscia T. Lopes Sendes e Cláudio Roberto Palombo, pela assessoria em inglês. Teresinha Vieira Araujo P. Chiodetto, Maria Cláudia Furlan Hudorovic, Sônia Neves Romeu Silva e Carlos André Biasi, pela assessoria nos assuntos administrativos. Mauro Rezende Nascimento, José de Campos Flexa e Renato Nitsuo Wada, pela contribuição na solução dos problemas de informática. Emerson Rossi, pela ajuda inestimável no Laboratório de Informática da FCM. Leonardo Ramos de Oliveira do mesmo laboratório.

Carlos Eduardo Steiner, por todos os *slides*, correções, substituições e apoio. Gisele Santos Oliveira, pela leitura atenta e carinhosa. Daniela Farias Cabral, Adrián Sotero De Witt Batista, Daniela Facchin, Maria Cecília Jorge Branco, pela ajuda em todos os momentos.

Marcus Túlio Buzollo de Aquino, por me fazer ver o meu trabalho e o mundo de uma maneira diferente.

Maria Cecília Mazzariol Volpe, pela paciência e por sempre estar ao meu lado, literalmente e Carlos Eduardo Volpe, pelo incentivo e carinho sempre.

Departamento de Genética Médica, FCM, Unicamp e todos os seus docentes que colocaram a disposição as fotos, desenhos, questões e outros materiais.

Faculdade de Ciências Médicas, Núcleo de Informática Biomédica, Laboratório de Informática da Faculdade de Ciências Médicas e Laboratório de Informática do Departamento de Multimeios do Instituto de Artes da Unicamp; Faculdade de Ciências Médicas e Laboratório de Informática da USF-Bragança Paulista; Faculdade de Medicina do Triângulo Mineiro.

FAPESP, FAEP, CNPq e CAPES.

Pacientes que permitiram a utilização de suas fotos.

Todos os alunos que utilizaram o HGEN e que me fizeram crer que eu estava no caminho certo. Por cada rosto feliz e por cada dúvida resolvida.

Sem a colaboração de todas estas pessoas, certamente, este trabalho, se existisse, seria totalmente diferente.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS ..... **IV**

ÍNDICE ..... **V**

ÍNDICE DE TABELAS ..... **VIII**

ÍNDICE DE FIGURAS ..... **IX**

ÍNDICE DE ANEXOS ..... **X**

ABREVIATURAS ..... **XI**

RESUMO ..... **XII**

SUMMARY ..... **XIII**

I. INTRODUÇÃO **1**
I.1. APRESENTAÇÃO 1
I.2. CONSIDERAÇÕES SOBRE O ENSINO DE GENÉTICA NO CURSO MÉDICO 2
I.3. INFORMÁTICA E EDUCAÇÃO 4
I.3.1. DIFERENTES USOS DO COMPUTADOR NA EDUCAÇÃO 4
I.3.2. CONCEITOS DE MULTIMÍDIA E HIPERMÍDIA 7
I.3.3. MULTIMÍDIA E HIPERMÍDIA NA EDUCAÇÃO 9
I.3.4. MULTIMÍDIA E HIPERMÍDIA NA EDUCAÇÃO MÉDICA 13
I.3.5. AVALIAÇÃO DE SOFTWARE EDUCATIVO 22
I.4. APLICAÇÕES DA INFORMÁTICA NA ÁREA DE GENÉTICA 24

II. JUSTIFICATIVA **27**

III. OBJETIVOS **28**

IV. MATERIAL E MÉTODOS **29**
IV.1. MATERIAL 29
IV.1.1. CONTEÚDO 29
IV.1.2. HARDWARE 31
IV.1.3. SOFTWARE 32

IV.2. MÉTODOS 34
IV.2.1. DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA 34
IV.2.1.1. FASES DE DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS HIPERMÍDIA EM EDUCAÇÃO 34
IV.2.1.2. ORIENTAÇÃO A OBJETO 35
IV.2.1.3. DESENVOLVIMENTO DA INTERFACE DO USUÁRIO 36
IV.2.2. TESTE E VALIDAÇÃO DO SISTEMA 38
IV.2.2.1. DESCRIÇÃO DA AMOSTRA 40
IV.2.2.1.1. Descrição das Condições de Acesso a Computador em cada Universidade 40
IV.2.2.2. DESENVOLVIMENTO DOS QUESTIONÁRIOS DE VALIDAÇÃO 41
IV.2.2.3. ANÁLISE ESTATÍSTICA 42

V. HGEN – DESCRIÇÃO DO SISTEMA 44
V.1. DEFINIÇÕES CONCEITUAIS 44
V.1.1. REFLETINDO SOBRE A ORIGEM HGEN 44
V.1.2. OBJETIVOS DO HGEN 46
V.1.3. PÚBLICO-ALVO 47
V.2. DELIMITAÇÃO DO CONTEÚDO 48
V.2.1. OBJETIVOS EDUCACIONAIS 48
V.3. PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO DA INTERFACE DO HGEN 50
V.4. ESTRUTURAÇÃO E ELABORAÇÃO DO CONTEÚDO 52
V.4.1. COLETA E ELABORAÇÃO DO CONTEÚDO 52
V.4.2. ORGANIZAÇÃO PEDAGÓGICA 53
V.4.3. MAPA DE NAVEGAÇÃO 54
V.4.4. MECANISMO DE NAVEGAÇÃO E REGISTRO 57
V.4.5. ESTRUTURAÇÃO DA INFORMAÇÃO NO HGEN 59
V.4.5.1. MÓDULO DE EXERCÍCIOS 64
V.4.5.2. GLOSSÁRIO DE TERMOS EM GENÉTICA BÁSICA 70
V.4.5.3. CATÁLOGO DE DOENÇAS GENETICAMENTE DETERMINADAS 71
V.5. IMPLEMENTAÇÃO E CARACTERÍSTICAS GERAIS DO HGEN 73
V.5.1. IMPLEMENTAÇÃO 73
V.5.2. CARACTERÍSTICAS GERAIS 74
V.6. UTILIZAÇÃO DO HGEN 75
V.6.1. CONDIÇÕES GERAIS 75
V.6.2. CONDIÇÕES ESPECÍFICAS 77

VI. VALIDAÇÃO DO HGEN 82
VI.1. VALIDAÇÃO DO CONTEÚDO 82
VI.2. CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA DE ESTUDANTES BASEADA NA ANÁLISE DOS DADOS DO QUESTIONÁRIO INICIAL 85
VI.3. ANÁLISE DOS DADOS DO QUESTIONÁRIO FINAL E COMPARAÇÃO DE NOTAS 93
VI.3.1. VALIDAÇÃO DA INTERFACE E FUNCIONAMENTO DO SISTEMA 94
VI.3.2. VALIDAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO SISTEMA COMO MATERIAL DIDÁTICO 98
VI.3.2.1. COMPARAÇÃO DAS NOTAS NAS PROVAS DA DISCIPLINA DE GENÉTICA 99
VI.3.2.2. ANÁLISE DOS DADOS DO QUESTIONÁRIO FINAL 101
VI.4. ANÁLISE DO ARQUIVO DE LOG 108

VII. AVALIAÇÃO DA ESTRUTURA DO HGEN 111

VIII. CONSIDERAÇÕES FINAIS 129

IX. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 132

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela IV-1 – Quatro Grupos de Alunos que Utilizaram o HGEN 40
Tabela V-1 – Número Máximo e Mínimo de Questões em Cada Módulo do HGEN 57
Tabela V-2 – Caracterização dos Livros do Módulo de Exercício do HGEN – Introdução 66
Tabela V-3 – Caracterização dos Livros do Módulo de Exercício do HGEN – Padrões de Herança 67
Tabela V-4 – Caracterização dos Livros do Módulo de Exercício do HGEN – Citogenética 68
Tabela V-5 – Caracterização dos *links* do Módulo de Exercício do HGEN - Introdução 68
Tabela V-6 – Caracterização dos *links* do Módulo de Exercício do HGEN – Padrões de Herança. 69
Tabela V-7 – Caracterização dos *links* do Módulo de Exercício do HGEN - Citogenética 69
Tabela V-8 – Caracterização do Módulo Glossário de Termos em Genética Básica 71
Tabela V-9 – Caracterização do Módulo Catálogo de Doenças 72
Tabela V-10 – Características do HGEN 75
Tabela VI-1 – Número de Estudantes que Utilizaram o HGEN em Cada um dos Grupos e Módulo do HGEN Utilizado 87
Tabela VI-2 – Idade dos Estudantes que Utilizaram o HGEN 87
Tabela VI-3 – Sexo dos Estudantes que Utilizaram o HGEN 87
Tabela VI-4 – Dados Obtidos com a Aplicação do Questionário Inicial 93
Tabela VI-5 – Dados Obtidos com a Aplicação do Questionário Final – Validação da Interface e do Funcionamento do Sistema 98
Tabela VI-6 – Média, Desvio Padrão, Mediana, Nota Mínima e Nota Máxima nas duas Turmas da Disciplina de Genética da USF-Bragança 100
Tabela VI-7 – Dados Obtidos com a Aplicação do Questionário Final – Validação da Eficiência do Sistema Como Material Didático 106
Tabela VI-8 – Dados Obtidos com a Aplicação do Questionário Final – Opinião dos Alunos sobre a Utilização do HGEN 107
Tabela VI-9 – Dados Quantitativos Obtidos Através da Análise dos Arquivos de *Log* do HGEN – Média, Desvio Padrão, Mediana, Mínimo e Máximo 110
Tabela VII-1 – Tipos de Problemas Detectados pela Avaliação da Estrutura do HGEN 115
Tabela VII-2 – Forma de Detecção dos Problemas na Avaliação da Estrutura do HGEN 115

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura V-1 – Exemplo de um Conjunto Dentro do Mapa de Navegação 55
Figura V-2 – Exemplo de Seqüência Não-linear no Mapa de Navegação 56
Figura V-3 – Relação entre as Duas Camadas de Implementação do HGEN 58
Figura V-4 – Funcionamento dos *Links* Azuis do HGEN 61
Figura V-5 – Funcionamento dos *Links* Vermelhos do HGEN 62
Figura V-6 – Funcionamento dos *Links* Verdes do HGEN 63
Figura V-7 – Exemplo dos Quatro Tipos de Telas do Módulo de Exercícios do HGEN 64
Figura V-8 – Exemplo de uma Questão com suas Respectivas Telas de Respostas 65
Figura V-9 – Exemplo de uma Tela do Glossário do HGEN 70
Figura V-10 – Exemplo de uma Tela do Catálogo de Doenças do HGEN 72
Figura VI-1 – Distribuição das Notas dos Dois Grupos de Alunos da USF 101
Figura VII-1 – Exemplo de Questão com Problema Conceitual 127
Figura VII-2 – Exemplo de Questão com Problema no Enunciado 127
Figura VII-3 – Exemplo de Questão com Problema na Ilustração 128

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1 – DESCRIÇÃO DA INTERFACE DO HGEN 142
ANEXO 2 – QUESTIONÁRIOS DE VALIDAÇÃO DO HGEN 153
ANEXO 3 – MAPA DE NAVEGAÇÃO DO HGEN 162

ABREVIATURAS

CAI – Computer Assisted Instruction

CBT – Computer Based Training

FCM – Faculdade de Ciências Médicas

FMTM – Faculdade de Medicina do Triângulo Mineiro

GUI – Graphical User Interface

HP – Hewlett Packard

MTB – Multimedia ToolBook

OOP – Object-Oriented Programming

USF – Universidade São Francisco

WWW – World Wide Web

RESUMO

Este trabalho apresenta o **HGEN**, um sistema baseado em perguntas e respostas, com estrutura não-linear e características hipermídia, que deve ser usado como complemento às aulas de uma disciplina de Genética Médica. O **HGEN** foi implementado em camadas para computadores PC-compatíveis usando *Multimedia ToolBook* e *Delphi*. O **HGEN** abrange os módulos de: introdução à genética, padrões de herança e citogenética. As questões, de múltipla escolha, são ilustradas com imagens estáticas e animações. A interação estudante-programa ocorre com a escolha de uma alternativa numa tela de questão e com a apresentação de uma tela de resposta específica com *feedback*. O estudante pode usar os *links* disponíveis que o levam a um glossário e a um catálogo de doenças. A metodologia de validação do **HGEN** incluiu dois questionários: a) um para caracterizar a amostra quanto ao conhecimento e utilização de computadores e softwares e b) outro para validar a interface, o funcionamento do sistema e a eficiência do sistema como material didático. Além disso, foi feita a avaliação da estrutura do **HGEN**, através da análise de freqüência do caminho percorrido pelos estudantes no mapa de navegação (armazenado nos arquivos de registro). O **HGEN** foi usado por noventa e três alunos, em três universidades diferentes, e foi considerado adequado, como auxiliar às aulas tradicionais, por todos eles. A análise de estrutura foi capaz de detectar os problemas na elaboração das questões e na abordagem dos temas do **HGEN**, permitindo uma incorporação mais segura do **HGEN** ao sistema de ensino.

SUMMARY

This work shows **HGEN**, a system based on questions and answers with a non-linear structure and hypermedia features, developed to be used as complementary tool in a medical genetics course. **HGEN** was implemented in layers for PC compatible using *Multimedia ToolBook* and *Delphi.* It includes general concepts, inheritance patterns and cytogenetics. The multiple-choice questions have images, diagrams and animations. The student-program interaction occurs by choosing an alternative in a question and receiving a specific answer screen with feedback. Links send the student to a glossary or to a catalog of diseases where he finds definitions and short descriptions of diseases used as examples. In order to validate the performance of the **HGEN** two questionnaires were applied: a) about the student's background in using computers and b) the software quality, user satisfaction and system efficiency as a didactic tool; and *logfiles* were analyzed. Evaluation of the structure was done by using frequency analysis of followed paths in the navigation map. **HGEN** was used by ninety-three students in three medical schools and was considered efficient as a learning tool (100%). The navigation map analysis was able to detect structure and content inadequacies, rectified for the final version ensuring adequate incorporation of **HGEN** to the learning process.

I. INTRODUÇÃO

I.1. APRESENTAÇÃO

Na literatura internacional há inúmeros trabalhos abordando as possibilidades do uso do computador em educação, deixando claro uma grande preocupação com a proposta educacional que suporta, ou permite, a utilização de computadores no ensino ou o desenvolvimento de softwares educacionais.

O presente trabalho descreve o desenvolvimento, a validação e a avaliação da estrutura de um sistema integrado ao processo ensino-aprendizagem de Genética Médica.

O sistema, denominado **HGEN**, aborda os tópicos de Introdução à Genética, Padrões de Herança e Citogenética e é baseado em perguntas de múltipla escolha e respostas com feedback imediato, que visam auxiliar o aprendizado de genética pelos estudantes de graduação, especialmente do curso de medicina. O sistema de navegação dentro do **HGEN** é ramificado e depende da atuação prévia de cada estudante.

Inicialmente, será apresentada uma revisão sobre o ensino de genética no curso de medicina, informática na educação, softwares educacionais, hipermídia na educação em geral e na médica, avaliação de softwares educacionais e informática em genética, visando estabelecer o panorama nacional e mundial nas áreas envolvidas com o presente trabalho. A seguir, o desenvolvimento do

software e suas características, a validação e testes: a qualidade do conteúdo, a eficiência e a eficácia do **HGEN** como material didático, a satisfação dos usuários, a usabilidade do sistema e o funcionamento do software; e, por fim, a avaliação da estrutura do sistema a fim de verificar eventuais erros ou deficiências nas questões.

I.2. CONSIDERAÇÕES SOBRE O ENSINO DE GENÉTICA NO CURSO MÉDICO

O estudo da Genética Médica, dentro do curso de graduação em Medicina, tem um caráter especial, pois os assuntos abordados estão distantes do cotidiano da maioria dos médicos. Assim, dificilmente os estudantes de Medicina compreendem a aplicabilidade da Genética Médica e, portanto, estão muito pouco motivados para o seu aprendizado.

A relevância da Genética na Medicina era limitada, até há pouco tempo, e se considerava que a Genética tinha importância apenas na Biologia ou na herança de doenças raras.

A inclusão da disciplina de Genética Médica no Brasil é recente e de características variáveis, muitas vezes ela era, ou ainda é, abordada de maneira dispersa em outras disciplinas do curso médico, ou então incluída entre outras disciplinas básicas sem abordagem clínica. Por causa disso, os alunos, geralmente, desconhecem o papel do geneticista clínico (SOUZA *et al.*, 1996).

Apenas em alguns cursos existe uma disciplina específica que inclui a Genética Clínica. Na Faculdade de Ciências Médicas, da Unicamp, as disciplinas

Genética Médica e Genética Clínica existem desde a criação do Curso de Medicina.

O interesse dos alunos da Unicamp por estas disciplinas é bastante pequeno, principalmente, pela sua posição na grade curricular junto ao "ciclo básico". No momento em que estão no quarto, quinto e sexto semestres, os alunos não conseguem vislumbrar, ainda, a importância da genética na determinação das doenças que são atendidas nas mais diversas especialidades, devido à falta de experiência prévia com as mesmas.

Na Faculdade de Ciências Médicas da Unicamp, no início deste projeto, as disciplinas na área de Genética Médica, cujos conteúdos programáticos são abordados no **HGEN**, eram ministradas através de aulas expositivas, seguidas por roteiros dirigidos, para estudo em grupo, nas classes, com orientação dos professores.

A introdução do estudo dirigido e a utilização de roteiros tiveram como objetivo a participação ativa do aluno. Os roteiros, que funcionavam como parte da avaliação da disciplina, eram trabalhados em grupo na sala de aula e os alunos tinham a possibilidade de consultar livros didáticos para responder às questões. Embora os alunos participassem das discussão no grupo para a resolução dos roteiros, a genética básica, ainda estava isolada, distante da aplicabilidade clínica e da integração com outras disciplinas.

I.3. INFORMÁTICA E EDUCAÇÃO

I.3.1. DIFERENTES USOS DO COMPUTADOR NA EDUCAÇÃO

A informática, como outras inovações tecnológicas, pode estar presente na educação (CANO, 1998) e o computador pode ser usado de diferentes maneiras.

Segundo Valente, inicialmente, o uso do computador na educação tentava imitar o que ocorria na sala de aula. Com sua disseminação, passou a adquirir identidade própria, e com as novas tecnologias computacionais passou a ir muito além, introduzindo o conceito de interatividade que consegue preservar o ritmo e o interesse de cada aluno, permitindo que ele construa o conhecimento da forma que melhor lhe convier (VALENTE, 1993).

Os autores, na literatura, utilizam nomenclaturas diferentes para descrever essa utilização.

Jonassen define três modalidades: o aprender *sobre*, o aprender *através* e o aprender *com* o computador (JONASSEN, 1996).

Cano acredita que o computador pode ser usado *como um fim* ou *como um meio* em educação (CANO, 1998).

Struchiner coloca que a informática pode ser usada *como conteúdo* ou *como meio no processo ensino-aprendizagem* (STRUCHINER, 1996).

O aprender *sobre*, o computador *como um fim* e a informática usada *como conteúdo*, têm o mesmo significado: a proficiência no uso do computador – aprender informática e aprender a programar. Esta abordagem era muito difundida

na década de 80 (JONASSEN, 1996). Entretanto, atualmente, com as interfaces mais "amigáveis" e com a maior facilidade de uso dos aplicativos, ficou claro que não é mais necessário entender como o computador funciona para poder usá-lo produtivamente.

O aprender *através* do computador e a informática *como meio no processo ensino-aprendizagem* podem ser, também, subdividido em várias modalidades, diferindo de autor para autor (VALENTE, 1993; JONASSEN, 1996; CANO, 1998).

Basicamente, existem:

- Softwares de exercício-e-prática: começaram a ser desenvolvidos na década de 60 e foram muito difundidos nas décadas de 70 e 80. Estes softwares são conhecidos como CAI (*Computer Assisted Instruction* – Instrução Auxiliada pelo Computador). Nada ensinam de novo, mas adaptam-se ao ritmo do aluno e proporcionam uma correção imediata de sua resposta. A instrução, neste caso, é explícita e direta, tendo suas raízes nos métodos de instrução programada tradicionais;
- Tutoriais: também são baseados nos princípios da instrução programada. Não permitem que os usuários construam seu próprio raciocínio. Tentam guiar o raciocínio do estudante para uma interpretação única, determinando como ele deve aprender. Os estudantes não são encorajados, nem estão aptos a determinar o que é importante, a refletir sobre isso e avaliar o que sabem ou construir qualquer significado pessoal do que estão estudando;

- Tutoriais Inteligentes, ou ICAI (*Inteligent Computer Assisted Instruction*): desenvolvidos nas décadas de 80 e 90, principalmente nas universidades. Utilizam técnicas de inteligência artificial. São mais específicos que os tutoriais, podendo responder de maneira mais adequada às respostas erradas dos estudantes. São muito difíceis de modelar;
- Simulações: reproduzem no computador algum fenômeno do mundo real que, de outra forma, seria difícil, caro, perigoso ou impossível de se reproduzir.
- Jogos educativos: atividade lúdica em que a instrução não é explícita.

Todos os programas mencionados podem ser definidos como softwares educativos: "conjunto de recursos informáticos projetados com a intenção de serem usados em contextos de ensino e de aprendizagem. Tais programas abrangem finalidades muito diversas que podem ir da aquisição de conceitos até o desenvolvimento de habilidades básicas ou a resolução de problemas." (CANO, 1998)

Além dos softwares educativos, existem aplicativos gerais, ou seja, programas que não foram desenvolvidos especificamente para o ensino, mas que favorecem a realização de uma série de tarefas e podem facilitar a vida dos professores e alunos (CANO, 1998).

O computador – especialmente aplicativos genéricos, como banco de dados ou planilhas eletrônicas, e linguagens de programação – pode ser usado pelos

alunos, ainda, como ferramenta para a resolução de problemas ou para a realização de tarefas (VALENTE, 1993).

Jonassen coloca que o computador pode ser utilizado como uma ferramenta cognitiva. Este autor entende ferramenta cognitiva como "dispositivos computacionais e mentais que suportam, guiam e ampliam os processos de pensamento de seus usuários". Estas ferramentas cognitivas se encaixam ao conceito de aprender *com* o computador. Sistemas gerenciadores de banco de dados, planilhas eletrônicas, redes semânticas e hipermídia e multimídia, quando utilizados pelos alunos como ferramentas cognitivas, para o desenvolvimento de um software, permitem a organização e construção do conhecimento pelos estudantes. No momento em que o aluno modela determinado conteúdo a ponto de criar um software, ele entende de uma maneira mais completa e contextualizada (JONASSEN, 1996).

I.3.2. CONCEITOS DE MULTIMÍDIA E HIPERMÍDIA

Uma tendência atual na área de informática é a associação de vários meios: sons, imagens (estáticas e dinâmicas), e textos para a apresentação de informações. Esta associação é conhecida como multimídia (BOYLE, 1997; STRUCHINER, 1997).

Segundo Hirzalla, quando esaa associação envolve a interação do usuário, que determina a nova tela ou o novo tópico a ser apresentado por meio de suas ações, o que se tem é a hipermídia (HIRZALLA *et al.*, 1995). Ao longo deste trabalho, esta será a definição utilizada para hipermídia.

Outros autores acrescentam ainda que, além da integração de vários meios, na hipermídia o acesso às informações pode ser e, via de regra é, não linear (SMITH & HAHN, 1989; CARVALHO-JR., 1994).

A hipermídia pode ser entendida como um hipertexto ao qual se associaram imagens, sons, vozes, desenhos, gráficos e vídeos. O hipertexto é um conjunto de textos (nós) organizados de forma não linear que permitem aos usuários criarem seus próprios caminhos (trilhas) através da seleção de palavras-chaves (*links*) (STRUCHINER, 1996).

Autores como Holsinger, entretanto, não distinguem os termos multimídia e hipermídia, pois, acreditam que "o elemento-chave na definição de multimídia é a interatividade" (HOLSINGER, 1994).

Na literatura existe ainda o termo multimídia interativa. Lee e Sullivan usam-no para definir uma ferramenta de computador que combina texto, gráficos, sons, vídeo e animações, permitindo a apresentação de informações e de conteúdo de forma interativa, em que o usuário tem o controle do fluxo de informação (LEE & SULLIVAN, 1996). Reeves também utiliza esta denominação para descrever uma base de dados computadorizada, que permite ao usuário acesso a informações em múltiplas formas, incluindo texto, gráficos, vídeo e áudio, e que é projetada com nós ligados dando acesso às informações de acordo com a necessidade e o interesse do usuário – sendo, portanto, sinônimo de hipermídia (REEVES, 1992).

Nos últimos anos, notou-se uma explosão no uso e na produção de software e hardware que possibilitam a utilização da hipermídia. A evolução técnica dos computadores tornou possível o uso da hipermídia devido: ao

aumento da capacidade de memória, aos novos microprocessadores, ao aumento da capacidade dos discos rígidos, ao aparecimento do CD-ROM, aos monitores coloridos de alta definição e ao desenvolvimento de placas de som e vídeo de maior capacidade e fidelidade. A drástica diminuição dos custos destes materiais, especialmente, de memória, tornou-os acessíveis para muitas pessoas (VOLPE & SABBATINI, 1994).

Segundo Holsinger, a multimídia tem potencial para ser uma das formas mais poderosas de comunicar idéias, de procurar informações e de vivenciar novos conceitos, superando qualquer outro meio de comunicação já inventado (HOLSINGER, 1994).

I.3.3. MULTIMÍDIA E HIPERMÍDIA NA EDUCAÇÃO

A contribuição da hipermídia no processo educativo está baseada numa característica inerente a esta metodologia: os *links* permitem criar uma leitura não-linear, mais próxima da forma do pensamento humano, que é associativo. Também permitem que o usuário reconstrua a representação do conhecimento de uma maneira nova, não somente como o autor pensou, mas de sua própria maneira de pensar dentro da estrutura existente (GINIGE *et al.*, 1995).

A utilização da hipermídia na educação é uma grande inovação, na medida em que ela fornece aos usuários a possibilidade de encontrar as informações que eles necessitam com mais facilidade, menor tempo e de forma completa (podendo ter acesso a imagens estáticas e animadas, sons e textos explicativos, referências e outras informações, de acordo com a natureza do programa, tudo ao mesmo

tempo e no mesmo local), permitindo revisão posterior dos assuntos de maior dificuldade ou interesse. Entretanto, aspectos importantes devem ser observados para a implantação do computador na educação, principalmente quanto à necessidade de novas estratégias didáticas, de outros tipos de classes e de modificações nas organizações escolares (PLOMP & MOONEN, 1991).

A hipermídia representa um oportunidade promissora para incrementar o ambiente de aprendizado, pois aumenta o interesse e a atenção dos estudantes. Estudos têm mostrado que se retém 25% do que se ouve, 45% do que se vê e ouve e quase 70% do que se participa ativamente (LEE & SULLIVAN, 1996).

As mudanças radicais na infra-estrutura computacional, proporcionadas pela multimídia e pelas comunicações, têm importante repercussão na educação, sendo revolucionárias pelo fato de tornar o aprendizado muito mais acessível e efetivo (JAIN, 1997).

O ensino por computador pode auxiliar na resolução dos atuais problemas do ensino tradicional, como o aumento de alunos nas salas de aulas, que causa a diminuição da eficiência, e a deficiência dos professores no processo de transmissão do conhecimento. O uso do computador, da hipermídia e da videoconferência podem, além de criar novas formas de estudar e aprender, torná-las mais baratas do que as formas tradicionais (JAIN, 1997).

O uso de computadores no ensino possibilita, ainda, que os estudantes estudem num ambiente sem inibição, permitindo um monitoramento de todos os seus passos e ações, importantes para a avaliação e a detecção de padrões de respostas e de falhas de raciocínio (GLENN, 1996).

Ao planejar o desenvolvimento de um software, deve-se estabelecer uma relação de custo-benefício com algumas questões sendo colocadas: é o melhor método para resolver o problema?; existe um software apropriado para resolver esse problema?; o que é necessário para a escolha e implementação desse software? (GLENN, 1996).

Levando-se em conta o público-alvo, deve-se observar as características do programa como custo, licença, viabilidade, especificações de hardware e software e qualidade técnica; os objetivos específicos, os objetivos pedagógicos e as estratégias educacionais; a qualidade do conteúdo; os dados da utilização prévia do programa na fase de avaliação e a meta-avaliação (avaliação do método de avaliação). É muito importante adotar-se programas com objetivos educacionais definidos, que foram avaliados como ferramentas didáticas e que apresentam uma metodologia pedagógica bem definida (GLENN, 1996).

Reeves coloca que o uso de hipermídia em educação tem como objetivo melhorar as condições de ensino e aprendizado, mas não há garantias de que isto sempre ocorra; desse modo, a avaliação é fundamental (REEVES, 1992).

A introdução de computadores na educação, por si só, não determina uma melhoria no ensino e o acesso a uma maior quantidade de informações não traz, necessariamente, benefícios educacionais (BOYLE, 1997).

A multimídia permite aos educadores repensarem a maneira como o processo ensino-aprendizagem ocorre. O aprendizado interativo, especialmente usando hipermídia, permite a exploração, a experimentação e a descoberta. Os sistemas hipermídia podem ser usados sozinhos ou como um auxiliar durante as

aulas tradicionais e têm um conteúdo rico, podendo ilustrar e mostrar exemplos importantes (HARDAWAY & WILL, 1997).

Pode-se considerar o ambiente da sala de aula com computadores como a evolução natural da sala de aula tradicional, que passa a permitir um aprendizado ativo, o "aprender fazendo", que se contrapõe ao "aprender vendo e ouvindo" (HARGER, 1996).

Outra vantagem é que diferentes instrutores podem usar o mesmo material, garantindo uma homogeneidade no conteúdo abordado num determinado curso. Com o uso dessa tecnologia, os professores passam do papel de transmissor de conhecimento para diretores, tutores da transferência do conhecimento. A hipermídia pode ser o transformador da criatividade individual em produção de alta qualidade e educação eficiente e efetiva (HARDAWAY & WILL, 1997). Mas é importante lembrar que, segundo a revisão de Marcia Linn do livro *"Cognition, Education, and Multimedia: Exploring Ideas in High Technology"*, a hipermídia "pode ajudar, confundir ou desafiar estudantes" (REEVES, 1992).

As vantagens, desvantagens e preocupações com relação ao uso da multimídia no ensino são descritas no *site http://www.monash.edu.au/informatics/techME/index.htm* existem.

As principais vantagens são: a) a interatividade; b) o aprendizado individualizado – aluno define o que e quando estudar; c) a utilização de imagens, sons, vídeo e animação; d) a utilização pelo aluno no ritmo, nível e momento adequados; e) o feedback imediato; f) a recuperação rápida de informação, como

quando se utiliza uma base de dados e faz-se uma busca de texto; g) o acesso a qualquer momento; h) o custo; i) o aspecto lúdico, sempre motivador para o aluno.

As principais desvantagens são: a) a falta do contato pessoal quando utilizada isoladamente; b) o acesso restrito – nem todos os estudantes têm acesso ao computador; c) o custo de produção e instalação – a elaboração de software é muito cara e consome muito tempo, com um custo inicial de instalação de equipamentos também elevado; d) as simulações não são iguais ao mundo real; e) os computadores não são livros – as telas não são fáceis de ler como o papel; f) os estudantes podem não estar aptos para usar o computador; g) os professores podem não estar preparados para utilizar esta nova metodologia.

As principais preocupações com o uso da hipermídia no ensino são : a) a proposta educacional e pedagógica utilizada; b) a validação do conteúdo; c) o projeto da interface; d) a atualização das informações; e) a disponibilidade de equipamento; e f) a necessidade de permitir o aprofundamento no assunto.

I.3.4. MULTIMÍDIA E HIPERMÍDIA NA EDUCAÇÃO MÉDICA

O potencial da utilização da tecnologia de hipertexto e hipermídia como uma ferramenta na educação médica, em todos os níveis, é muito grande, um vez que pode incorporar as melhores qualidades do retroprojetor, do projetor de *slide*, do videocassete e da lousa, todos numa só unidade (McPHEE *et al.*, 1992).

Em 1972, a *National Library of Medicine* começou a investir de forma maciça no desenvolvimento de softwares educativos, participando da implantação de sistemas de treinamento de informática médica na graduação e financiando as

instituições para fornecer esse treinamento e programas de *fellowship* (STOCKING & MO, 1995).

Trabalhos publicados em revistas e anais de congressos especializados em informática médica relatam as grandes possibilidades, a grande potencialidade e a variedade de aplicações da hipermídia no ensino médico. Também, são apresentados alguns exemplos de programas utilizados em educação médica.

Um programa importante é o "livro eletrônico" *ElectricCadaver*, desenvolvido por Freedman e Chase e implementado em *HyperTalk*, constituído de imagens do corpo humano (macroscópicas e histológicas), textos, gráficos computadorizados, vários tipos de ilustrações dinâmicas (simulações computadorizadas e animações) e sons. O *ElectricCadaver* pode ser considerado como um trabalho de referência sobre a estrutura e o funcionamento do corpo humano e como um protótipo de um livro dinâmico que integra vários meios (FREEDMAN & CHASE, 1989).

Muitos dos programas de educação médica assistida por computador foram desenvolvidos utilizando o *HyperCard*, um sistema de autoria para o desenvolvimento de hipertexto e hipermídia para microcomputadores *Apple Macintosh*. Um bom exemplo disso é o *HyperBrain*, para o treinamento em neuroanatomia, neuroembriologia, neurofarmacologia, neuropatologia, medicina interna, neurologia, neurorradiologia, neurocirurgia, oftalmologia, psiquiatria e medicina fisioterápica, integrado ao videodisco *"The Slice of Life"* (STENSAAS & SORENSON, 1988).

O videodisco *"The Slice of Life"* é uma obra de referência em multimídia em medicina, desenvolvido por Stensaas *et al.*, sendo uma das mais importantes bases de imagens médicas, utilizada em vários sistemas hipermídia (STENSAAS & SORENSON, 1989).

As especialidades médicas que utilizam imagens, como a radiologia e a medicina nuclear têm muito a lucrar com o uso da hipermídia. O *ImageNet* (MEZRICH *et al.*, 1989) é uma estação de trabalho de radiologia baseada em microcomputadores *Apple Macintosh* e *HyperCard*, ligados em rede. Outro projeto semelhante, o *Image Engine* (LOWE, 1994) é uma base de dados multimídia orientada a objeto, que também utiliza microcomputadores *Apple Macintosh*. Esse programa é uma solução barata para pequenos grupos e departamentos, pois possibilita compartilhar materiais multimídia servindo de suporte para educação médica, pesquisa, prática clínica e instrução de pacientes.

Mars e McLean descrevem um estudo piloto da implantação de um CAI (*Computer Assisted Instruction*) para ensino de histologia. O impacto da implantação deste CAI mostrou-se positivo, mesmo para os estudantes com pouca experiência no uso do computador. O programa, abrangendo um dicionário dos termos básicos relacionados ao tópico abordado e um módulo de questões – que inclui as questões mais freqüentes sobre identificação de células e estruturas – mostrou-se capaz reduzir o tempo gasto pelos estudantes nos laboratórios de histologia sem refletir negativamente nas avaliações desta disciplina. A falta de experiência prévia em computadores não restringiu ou dificultou o uso do programa pelos estudantes. (MARS & McLEAN, 1996).

As reconstruções tridimensionais de imagens médicas também são importantes para o ensino do estudante de medicina. Um exemplo disso é um CAI, desenvolvido com aplicação, primeiramente, em anatomia. Este CAI associa reconstrução tridimensional computadorizada com texto, imagens capturadas por vídeo e por um *scanner* e desenhos feitos à mão livre. Funciona em *Windows* e foi desenvolvido utilizando o *Guide* (*OWL International*) e o *Knowledge Pro Windows* (*Knowledge Garden*) (SCHWARZ & WIND, 1992).

Na área de ecocardiografia, foi desenvolvido um programa hipermídia, controlado pelo usuário e com um acesso instantâneo a 54.000 quadros de vídeo, ligados a 1.200 questões clínicas (JAFFE *et al.*, 1989). O programa foi desenvolvido em *HyperCard*. Outro exemplo, nesta mesma área, é um modelo de estação de trabalho multimídia para o laboratório de ecocardiografia, usando um *Apple Macintosh*, *QuickTime* e *HyperCard* (AGARWAL *et al.*, 1994).

Para o ensino de colposcopia para estudantes do 3º ano de medicina e 1º e 2º anos de residência médica, Dunton *et al.* elaboraram um CAI associando textos e imagens de fisiopatologia e de histopatologia. Uma parte do programa apresentava simulações de casos e permitia ao usuário indicar a terapia apropriada com *feedback* imediato ao longo de todo o programa (DUNTON *et al.*, 1992).

Uma outra aplicação interessante do computador no ensino médico é a simulação de casos clínicos. Nesse tipo de simulação, um caso de um paciente hipotético é apresentado para um aluno, que deve tentar fazer o diagnóstico e

propor a conduta e a terapêutica. De acordo com suas decisões, o caso evolui diferentemente, sendo todo o processo acompanhado por críticas, passo a passo.

Cooper e Owens descrevem um método usando o vídeo digital para fazer simulações contínuas de casos, em que o conhecimento é representado através de uma árvore hierárquica simples de questões e respostas associadas. O sistema pode ser comandado pela voz do usuário e está acoplado a um sistema de vídeo que simula a "resposta do paciente" para cada questão. Para o desenvolvimento desse sistema também foi utilizado o *HyperCard* para *Apple Macintosh* (COOPER & OWENS, 1994).

A hipermídia também pode ser usada no ensino da tomada de decisão clínica. Para se chegar a um diagnóstico, usa-se um processo hipotético-dedutivo, no qual há uma tomada linear de informações: inicialmente a anamnese, depois o exame físico e, posteriormente, os exames complementares. Com esses dados o médico pode ter em mente uma lista de hipóteses possíveis que vão sendo testadas à medida que novos dados são coletados, realizando o diagnóstico diferencial (SMITH & HAHN, 1989).

Eliot *et al.* descrevem um sistema que utiliza inteligência artificial e técnicas pedagógicas para desenvolver uma série de programas de treinamento. O sistema permite avaliar a compreensão e a performance do estudante e ajustar dinamicamente a simulação de acordo com as suas necessidades (ELIOT *et al.*, 1996).

O programa chamado "*Belts*" (SMITH & HAHN, 1989), desenvolvido em *Apple HyperCard*, apresenta o conteúdo adaptado do livro *"Clinical Epidemiology:*

A Basic Science for Clinical Medicine", de David Sackett, R. Brian Haynes e Peter Tugwell, e é um programa de aprendizado independente, assistido por computador, para ajudar estudantes e médicos já atuantes.

Há outros sistemas semelhantes ao "*Belts*", muitos deles associando a hipermídia à inteligência artificial. Um bom exemplo é a integração do "*ILIAD*" (sistema especialista em medicina interna desenvolvido na *University of Utah*) com o videodisco "*Slice of Life*", que "ensina" como fazer diagnóstico diferencial e tomar decisões, sempre levando em consideração os preços dos tratamentos (STENSAAS *et al.*, 1989).

No ensino de especialidades médicas foi desenvolvido um sistema para educação médica, em hipermídia interativa, sobre doenças sexualmente transmissíveis (DSTs), que usou o videodisco do *UK National Medical Slide Bank* como fonte de imagens (KIDD *et al.*, 1992). Outro exemplo é o atlas multimídia em CD-ROM sobre manifestações orais da infecção por HIV, que pode ser usado em *Apple Macintosh* ou em PC com *Windows* (ADELSON *et al.*, 1994).

Foi desenvolvida uma série de programas de educação médica utilizando hipertexto e multimídia, destacando-se um programa sobre diagnóstico e tratamento de AIDS; outro sobre o estudo de casos terapêuticos para reforçar os hábitos de prescrição de médicos; um com papel de clínico geral no tratamento da Síndrome da Morte Súbita Infantil; e um outro baseado numa seqüência de tutoriais sobre tratamento de demência (CARSON *et al.*, 1992).

Markou *et al.* descrevem um hipertexto para ensino de oncologia colocando todas as vantagens desse tipo de sistema, mas levantando também uma

desvantagem importante: a possibilidade dos alunos se perderem nos inúmeros *links*, distanciando-se do contexto do que estavam estudando (MARKOU *et al.*, 1995).

Em relação à assistência médica propriamente dita, podem ser citados programas usando hipermídia abordando a ética médica no tratamento de emergência de pessoas idosas, a nutrição na infância e a nutrição na terceira idade (SWEENEY *et al.*, 1992).

A hipermídia também tem sido utilizada no ensino das ciências básicas relacionadas à medicina. Destaca-se: o guia de farmacocinética para alunos do segundo ano de medicina, usando hipermídia para *Windows* (MURRAY, 1989); o "*SuperPATH*", composto por lâminas de patologias digitalizadas com notas de conferência, glossário e literatura; o *"Electronic Textbook in Human Physiology*", uma base de conhecimento dinâmico de materiais de instrumentação essenciais, incluindo animação, som, imagens e a maioria dos conceitos, começando com a parte sobre fisiologia cardíaca; e a "*Microscopic Anatomy Digital Slide Library*", uma coleção de *slides* digitalizados, textos e *tapes* usados num curso de microanatomia. Todos estes programas para *Apple Macintosh* (BROERING *et al.*, 1992).

Existem, também, diversos programas comerciais de hipermídia em CD-ROM para informação e educação de pacientes, como o *A.D.A.M.*, o *Family Doctor*, o *Mayo Clinic Health Family Book* e o *Family Medical Advisor Pro*. Há, também, programas de anatomia simplificados como o *BodyWorks*. Estes

programas são como as enciclopédias, ilustrados com imagens, filmes, animações, sons, vozes e textos.

O número de sistemas que podem ser utilizados no ensino e que estão disponíveis na *World Wide Web* (*WWW*) vem crescendo nos últimos anos, com a expansão da Internet.

Bittorf e Diepgen desenvolveram um software para ensino de dermatologia baseado em *WWW*, usando banco de dados, incorporando textos explicativos e conjuntos de questões de múltipla escolha e concluíram que os meios convencionais não permitem interação e um feedback adequado, mas que a multimídia permite (BITTORF & DIEPGEN, 1996).

Um tutorial hipermídia sobre traumatismo crânioencefálico, disponível na *WWW*, associado a uma rede neural, permite o estudo quanto a prognóstico e indicação cirúrgica (*http://www.ldc.com.br/mlucia/*) (BOTELHO, 1997).

Nos sistemas disponíveis na *WWW*, pode-se incluir os de educação à distância. A educação à distância pode ser definida como informação educacional ou treinamento, incluindo instrução e experiência dos educadores, em que há distância física entre a fonte da informação/instrução e o aluno, a qual pode ser usada nos seguintes níveis: a) escolas elementares; b) faculdades e universidades (graduação, especialização, pós-graduação e extensão); c) educação continuada; d) cursos extracurriculares (PORTER, 1997).

Alguns exemplos podem ser encontrados nos seguintes endereços:

- *http://imp.uow.edu.au/PAGE/courses.html (Austrália),*

- *http://lec.psico.ufrgs.br/lec/ead/ (Brasil),*
- *http://newton.coltec.ufmg.br/ead/ (Brasil),*
- *http://www.calcampus.com/catalog.htm (EUA),*
- *http://www.cc.ukans.edu/~sypherh/bc/ (EUA),*
- *http://www.cpdee.ufmg.br/cursos/ (Brasil),*
- *http://www.gnacademy.org:8001/uu-gna/index.html (Inglaterra),*
- *http://www.ifqsc.sc.usp.br/educar/educar.html (Brasil),*
- *http://www.nce.ufrj.br/~gabriela/cursos.html (Brasil),*
- *http://www.nib.unicamp.br/cursos/fm993/,*
- *http://www.open.ac.uk/* (Inglaterra),
- *http://www.psico.ufrgs.br/edu136/ (Brasil),*
- *http://www.telos.ca/distance_education/index.html (Canadá),*
- *http://www.uiuc.edu/webclasses.html (EUA),*
- *http://www.uophx.edu/disteduc/ (EUA),*
- *http://www.virtual.epm.br/ (Brasil),*
- *http://www-distlearn.pp.asu.edu/ (EUA).*

Existe uma série de sistemas para a área médica e muitos deles são usados em educação. Entretanto, muitos não foram desenvolvidos para esse fim, não apresentando, portanto, uma preocupação pedagógica. O uso de sistemas especialistas no ensino não é sempre apropriado, pois eles são difíceis de

entender e explicar e, normalmente, são distantes do conhecimento dos estudantes (ELIOT *et al.*, 1996).

I.3.5. AVALIAÇÃO DE SOFTWARE EDUCATIVO

Os softwares educativos devem ser avaliados de uma maneira um pouco diferente dos outros tipos de softwares. Alguns atributos de qualidade de software são comuns como manutenibilidade, operacionabilidade, portabilidade, reusabilidade, eficiência, modularidade, robustez, verificabilidade e validabilidade. Além da qualidade do software em si mesmo, também devem ser avaliadas as qualidades do software como material didático, como ferramenta educativa (ROCHA & CAMPOS, 1993).

Rocha e Campos afirmaram, em 1993, que existiam pouquíssimos estudos e resultados de pesquisas relativos ao desempenho e à efetividade de softwares educativos (ROCHA & CAMPOS, 1993).

Vários autores têm tentado avaliar a eficiência do uso de sistemas multimídia no processo de ensino-aprendizagem e puderam constatar que se trata de uma ferramenta pedagógica útil, fácil de ser utilizada e que pode contribuir para esse processo.

Essa avaliação tem sido feita, basicamente, através da comparação dos resultados obtidos em provas de conhecimento da matéria por grupos de estudantes, distribuídos aleatoriamente em relação ao uso de ferramentas pedagógicas diferentes, tais como: aula expositiva ou livro-texto ou sistemas computadorizados, e também através de questionários subjetivos para avaliar os

sistemas (DUGUID, 1995; FASCE *et al.*, 1995; FLORANCE *et al.*, 1995; HOOPER *et al.*, 1995; HUBER & GIUSE, 1995; JAFFE & LYNCH, 1995; KHADRA *et al.*, 1995; SANTER *et al.*, 1995; WAUGH *et al.*, 1995; FRISBY *et al.*, 1996).

Os principais fatores observados no processo de avaliação de um software hipermídia educativo são: a) facilidade de uso (avaliação do usuário); b) performance do programa (avaliação funcional); c) avaliação do conteúdo (clareza e profundidade). Assim, devem ser avaliados os seguintes tópicos: consistência da interface e facilidade de uso, funcionamento correto dos *links* e das outras estruturas de navegação, tempo de carga das mídias, performance do CD-ROM, performance em diferentes computadores, acurácia do conteúdo, e capacidade do programa de levar os estudantes a atingirem seus objetivos (KNIGHT, 1992; MAULDIN, 1996).

O projeto e a implantação de um sistema multimídia são muito importantes, porém todos os profissionais envolvidos no seu desenvolvimento (projetistas e desenvolvedores, especialistas em conteúdo, projetista pedagógico, programadores, artistas gráficos) estão cientes de que a parte mais importante do processo é a avaliação formativa, que é crítica para o sucesso do programa. Preferencialmente, as escolas devem estar envolvidas no desenvolvimento e no processo de avaliação dos programas. O conteúdo deve ser revisto por especialistas para assegurar sua acurácia e completeza, sua clareza e concisão. Na fase de avaliação, os estudantes devem estar cientes de que o que está sendo testado é a performance do programa e não sua própria performance (MAULDIN, 1996).

O sucesso de um software educativo é afetado por diferentes fatores: acurácia, estilo de aprendizado, experiência do usuário, currículo, proposta pedagógica, objetivos educacionais, formato do programa e experiência do instrutor.

Hardin e Patrick avaliaram, através da literatura, inúmeras revisões de softwares médicos usados em educação. Observaram: a fonte da revisão, os indivíduos que fizeram a revisão, a proposta do software, o usuário padrão, o método de navegação, a descrição do conteúdo, a completeza do conteúdo, a acurácia do conteúdo, o projeto do software e o modelo pedagógico proposto. Concluíram que as revisões dos softwares não permitem selecionar um como o melhor, pois os métodos de avaliação mostraram-se inconsistentes nas diferentes revisões, baseados apenas em comentários subjetivos (HARDIN & PATRICK, 1996).

Não existe uma terminologia comum e uma metodologia padronizada para avaliar e relatar o sucesso de programas médicos educacionais, mas é fundamental que a metodologia inclua uma avaliação do projeto de interface, do projeto pedagógico e da satisfação do usuário, para prever se um programa atingirá seus objetivos educacionais (HARDIN & PATRICK, 1996).

I.4. APLICAÇÕES DA INFORMÁTICA NA ÁREA DE GENÉTICA

Na área de genética o número de sistemas desenvolvidos com objetivo educacional é muito pequeno; na literatura existem dois programas – *PEDIGREE* e *SEGREGATION*, da Divisão de Genética da Universidade de Alicante, Espanha

(PONCE & MICOL, 1992) – e na Internet (WWW) encontra-se disponível um livro eletrônico hipermídia desenvolvido pelo CIS (Centro de Informática em Saúde) da Universidade Federal de São Paulo (Escola Paulista de Medicina) (*http://www.epm.br/ge/genetic/htm/intro.htm*), abordando, resumidamente: a base cromossômica da hereditariedade, a estrutura dos cromossomos humanos, os padrões de herança monogênica, a base molecular das mutações gênicas, as aberrações cromossômicas e as hemoglobinapatias.

Em genética existem, ainda, outros tipos de sistemas:

- base de dados e sistemas especialistas para diagnóstico, tais como:
  - *Ossum*;
  - *Possum*;
  - *London Neurogenetics DataBase*;
  - *London Dismorphology DataBase*;
  - *London Cytogenetics DataBase*;
  - um catálogo de doenças geneticamente determinadas com herança mendeliana, em CD-ROM ou via Internet (WWW) (*http://www.hgmp.mrc.ac.uk/omim/*), baseado no livro "*Mendelian Inheritance in Man. Catalogs of Autossomal Dominant, Autossomal Recessive, and X-linked Phenotypes*", de Victor A. Mckusick;
  - *MicroBDIS* (*Micro Birth Defects Information System*), baseado na "*Birth Defects Encyclopedia*", organizada por Mary Louise Buyse;

- programas para cálculo de risco em heredogramas;
- programas para a análise de segregação e ligação;
- banco de dados e programas para a área de genética molecular.

Uma revisão bastante interessante sobre esses programas pode ser encontrada no artigo de Fischer (FISCHER *et al.*, 1996).

Além desses, podem ser citados programas na área de genética de populações, como *Populus* e o *GenPop*, e programas demonstrativos, como o *Visual Genetics*, sobre citogenética e genética molecular.

Existe, ainda, um programa em português desenvolvido pelos Professores Remy Lessnau e João Carlos M. Magalhães, do Departamento de Genética do Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná. Este programa abrange todos os principais tópicos abordados na disciplina de genética e funciona como um livro eletrônico, mas apresenta algumas questões e simulações que permitem a participação dos estudantes.

II. JUSTIFICATIVA

Pelos aspectos expostos, na introdução, relativos ao uso e ao potencial do computador e da tecnologia de multimídia e hipermídia no ensino, especialmente no ensino médico, pela ausência de sistemas educativos desenvolvidos em genética, pelas características dos alunos do Curso Médico e pelas peculiaridades da disciplina de Genética Médica neste curso, pareceu oportuno que fosse desenvolvido um sistema, como o **HGEN**, que pudesse auxiliar o ensino de Genética Médica e motivar estudantes.

O uso de um sistema, como o **HGEN**, pode ser muito importante para motivar o aluno, da disciplina de Genética Médica, por: a) tornar os assuntos mais atraentes, através de ilustrações e da possibilidade de consulta interativa a um glossário de termos e uma lista de referências bibliográficas; b) facilitar a compreensão dos conceitos, oferecendo a cada estudante informações adicionais sensíveis ao contexto (nível e respostas prévias dos alunos) e, c) demonstrar mais claramente a aplicabilidade dos conceitos básicos abordados, através da apresentação de dados clínicos, fotos de pacientes e descrições de doenças geneticamente determinadas, num catálogo de doenças.

III. OBJETIVOS

Os objetivos deste trabalho foram:

1. Desenvolver um sistema computadorizado para o ensino de genética médica básica, utilizando a tecnologia de hipermídia com as seguintes características: interface amigável, facilidade de uso, confiabilidade, utilidade e clareza.
2. Verificar e validar este sistema quanto: a receptividade, a eficácia, a eficiência, a adequabilidade, a capacidade de despertar a motivação do estudante e, também, quanto ao interesse deste tipo de usuário por sistemas computadorizados.
3. Verificar e avaliar a estrutura do sistema.

IV. MATERIAL E MÉTODOS

IV.1. MATERIAL

IV.1.1. CONTEÚDO

As questões presentes no **HGEN** foram baseadas nas questões elaboradas pelos docentes do Departamento de Genética Médica, da Faculdade de Ciências Médicas da Unicamp e que foram utilizadas como exercícios, roteiros de estudos e avaliações na disciplina de genética médica nos últimos anos.

No **HGEN** foram incluídas questões sobre: Introdução à genética, Padrões de herança e Citogenética.

Foram utilizados os seguintes livros como fonte de referência para aelaboração das respostas, descrições do glossário ou do catálogo de doenças:

- BEIGUELMAN, B. *Citogenética Humana*. Rio de Janeiro : Editora Guanabara Koogan S.A., c.1982. 328 p.
- BEIGUELMAN, B. *Curso Prático de Bioestatística*. 2a. ed. rev. Ribeirão Preto : Revista Brasileira de Genética, 1991. 224 p.
- BEIGUELMAN, B. *Dinâmica dos Genes nas Famílias e nas Populações*. Ribeirão Preto : Sociedade Brasileira de Genética, 1994. 472 p.

- BEIGUELMAN, B. *Genética Médica: vol.3 Farmacogenética e Sistemas Sangüíneos Eritrocitários em Genética e na Prática Médica.* São Paulo : EDART. Rio de Janeiro : FENAME, 1979. 215 p.
- BERGSMA, D. *Birth Defects: Atlas and Compendium.* 2a. ed. New York : The National Foundation March of Dimes, c.1973. 1.183 p.
- DIAMENT, A. & CYPEL, S. *Neurologia Infantil.* Lefévre. 2a. ed. Rio de Janeiro: Livraria Atheneu Editora, 1991. p. 485-486.
- McKUSICK, V. A. *Mendelian Inheritance in Man. Catalogs of Autossomal Dominant, Autossomal Recessive, and X-Linked Phenotypes.* 10a. ed. London : The Johns Hopkins University Press, v. 1, c.1992.
- NORA, J. J. & FRASER, F. C. *Genética Médica.* 3a. ed. Rio de Janeiro : Editora Guanabara Koogan S.A., c.1991. 301 p.
- SKRIVER, C. R.; BEAUDET, A. L.; SLY, W. S.; VALLE, D. *The Metabolic and Molecular Bases of Inherited Disease.* International Edition. 7a. ed. United States of America : McGraw Hill, v. 1, c.1995. 1652 p.
- SMITH, D.W. *Síndromes de Malformações Congênitas.* 3a. ed. São Paulo: Editora Manole, 1985, p. 258-263.
- SUZUKI, D. T.; GRIFFITHS, A. J. F.; MILLER, J. H.; LEWONTIN, R. C. *Introdução à Genética.* 4a. ed. Rio de Janeiro : Editora Guanabara Koogan S.A., c.1992. 633 p.

- THERMAN, E. & SUSMAN, M. *Human Chromosomes: Structure, Behavior and Effects.* 3a. ed. New York : Springer-Verlag New York, c.1993. 375 p.
- THOMPSON, M.W.; McINNES, R.R. & WILLARD, H.F. *Thompson & Thompson: Genética Médica.* 5a. ed. Rio de Janeiro : Editora Guanabara, c.1993. 339 p.

As imagens citogenéticas e as fotos de pacientes pertencem aos arquivos do Departamento de Genética Médica da Faculdade de Ciências Médicas da Unicamp ou aos docentes e pós-graduandos desse Departamento, que autorizaram sua utilização.

Os esquemas, os desenhos, os heredogramas e as demais imagens foram criados com base no material usado nas aulas da disciplina Genética Médica da Faculdade de Ciências Médicas da Unicamp, ou na literatura acima citada.

IV.1.2. HARDWARE

O desenvolvimento do sistema foi realizado utilizando um microcomputador *IBM-PC* compatível com processador *Pentium*, com *clock* de 133 MHz, com 32 MBytes de memória RAM, disco rígido de 2,2 GBytes, monitor de vídeo de 15 polegadas padrão *SuperVGA* colorido, unidade de CD-ROM de quádrupla velocidade, placa de som digital de 16 bits *"SoundBlaster"*, microfone, alto-falantes e impressora jato de tinta *HP*, modelo *Deskjet 850C*.

A aquisição das imagens foi realizada utilizando o *scanner Microtec* do Departamento de Genética Médica da Faculdade de Ciências Médicas da

Unicamp, o *scanner HP ScanJet 3c* do Núcleo de Informática Biomédica, da Unicamp, e um *scanner* de *slide* "*Nikon CoolScan*".

A aquisição de som foi realizada utilizando microcomputador *IBM-PC* compatível com processador *486DX2*, com *clock* de 66 MHz, com 32 MBytes de memória RAM, disco rígido de 1,2 GBytes, monitor de vídeo de 14 polegadas padrão *SuperVGA* colorido, placa de som digital de 16 bits *"Rolland RAP 10"*, microfone e alto-falantes, do Laboratório de Informática do Departamento de Multimeios do Instituto de Artes da Unicamp.

O teste do sistema foi realizado utilizando microcomputadores *IBM-PC* compatíveis, incluindo *486SX* 33 MHz, *486DX2* 66 MHz, *486DX4* 100 MHz e *Pentium* 133 MHz, com memória *RAM* de 8 a 32 MBytes. Quando possível, os equipamentos usados tinham placa de som e alto-falantes. Nesta fase foram utilizados equipamentos da disciplina de genética do Departamento de Ciências Biológicas da Faculdade de Medicina do Triângulo Mineiro, do Núcleo de Informática Biomédica da Unicamp, do Laboratório de Informática da Universidade São Francisco, campus de Bragança Paulista, e do Laboratório de Informática da Faculdade de Ciências Médicas da Unicamp.

IV.1.3. SOFTWARE

O sistema operacional utilizado no ambiente de desenvolvimento foi, inicialmente, o *MS-DOS* versão 6.22 com ambiente gráfico *MS Windows* versão 3.11 e, nos últimos 18 meses, o *MS Windows 95*.

Para a implementação da camada que controla a interface, as mídias e os *links* foi utilizado o *Multimedia ToolBook* (*MTB*) versão 3.0 *CBT* (*Computer Based Training*), um sistema de autoria para *Windows* produzido pela *Asymetrix Co.*

Para implementação da camada que controla o sistema de navegação e o sistema de registro (*log*) foi utilizado o *Delphi* versão 1.5, linguagem de programação para *Windows* produzido pela *Borland International Inc.*

Para a elaboração de diagramas, esquemas, heredogramas, desenhos, ícones e para o tratamento de imagens foram utilizados:

- *Corel Draw* versão 5.0 e 6.0;
- *Corel PhotoPaint* versão 5.0 e 6.0;
- *Adobe PhotoShop* versão 2.5, 3.0 e 4.0;
- *Aldus PhotoStyler* versão 2.0;
- *Microsoft Power Point* versão 4.0, 95, 97;
- *Icon Editor* do *Delphi*, versão 1.5.

A elaboração das animações foi realizada utilizando o *Autodesk Animator Pro* versão 1.3 e o *Adobe Premier* versão 4.2.

O tratamento de som foi realizado utilizando o software de tratamento de som que acompanha a placa *"Rolland RAP 10"*.

A sincronização das animações com a narração foi realizada utilizando o *Adobe Premier* versão 4.2.

Inicialmente, o *Microsoft Access* versão 2.0 foi utilizado para armazenar as questões levantadas junto aos arquivos do Departamento de Genética Médica da Faculdade de Ciências Médicas da Unicamp.

O sistema desenvolvido pode e, preferencialmente, deve ser usado em rede. Na fase de teste, foi utilizado em ambientes de redes do tipo *MS Windows 95*, *Novell Netware* versão 3.12 e *MS Windows NT* versões 3.51 e 4.0.

IV.2. MÉTODOS

IV.2.1. DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA

IV.2.1.1. FASES DE DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS HIPERMÍDIA EM EDUCAÇÃO

Especificamente, no processo de desenvolvimento de software hipermídia educativo, podemos identificar as seguintes fases (STRUCHINER, 1996):

- *"definições conceituais: objetivos do sistema, descrição geral, ferramentas a serem usadas, público-alvo, formas de utilização do sistema e equipe de trabalho;*
- *delimitação e estruturação do conteúdo: escopo, tópicos abordados, profundidade e estrutura a ser usada;*
- *planejamento e desenvolvimento da interface do sistema: projeto e desenvolvimento de interface;*

- *estruturação/elaboração do conteúdo e implementação do sistema: criação de textos e mídias necessários, determinação das inter-relações entre estes elementos e definição da estrutura a ser usada – elaboração do mapa de navegação;*
- *avaliação."*

IV.2.1.2. ORIENTAÇÃO A OBJETO

Uma das ferramentas escolhidas para a implementação do **HGEN** foi um sistema de autoria que é baseado na programação orientada a objeto, o *Multimedia ToolBook*.

A Programação Orientada a Objeto (*OOP - Object-Oriented Programming*), linguagem de programação não-procedimental, em que os elementos da linguagem são tratados como objetos que transmitem mensagens entre si, começou a ser discutida no final dos anos 60.

As principais vantagens do uso da orientação a objeto são: a redução de custo, o incremento na fase de desenvolvimento e a facilidade de manutenção.

O *Multimedia ToolBook* é um ambiente de desenvolvimento de aplicações para o ambiente gráfico *Microsoft Windows*, que combina OOP com GUI (*Graphical User Interface* - Interface Gráfica do Usuário, interface que utiliza janelas e ícones que, manipulados pelo usuário através do *mouse*, facilitam o processo de operação de um software) do *Windows*. Neste ambiente, as telas são montadas, todos os outros objetos são dispostos dentro dela e, posteriormente, o código é acrescentado.

A metáfora utilizada no *Multimedia ToolBook* é um *book* (livro), com *pages* (páginas) que contêm os objetos que o desenvolvedor controla através de linhas de um código parecido com o inglês (linguagem *OpenScript*). A capacidade de gerenciar som e vídeo do *Multimedia ToolBook* permite a criação de sistemas de hipertexto e hipermídia.

IV.2.1.3. DESENVOLVIMENTO DA INTERFACE DO USUÁRIO

O **HGEN** foi desenvolvido com especial atenção na elaboração de uma interface do usuário adequada à aplicação em educação.

Interface pode ser definida como: "parte do software de um sistema interativo responsável por traduzir ações do usuário em ativações das funcionalidades do sistema (aplicação), permitir que os resultados possam ser observados e coordenar esta interação. Ou seja, a interface é responsável tanto pelo mapeamento das ações do usuário sobre dispositivos de entrada em pedidos de processamento direcionado à aplicação como pela apresentação adequada dos resultados produzidos" (*http://www.dcc.unicamp.br/proj-xchart/*).

A interface não é mais considerada, apenas, como o meio físico que separa duas entidades distintas – homem e computador – em seu processo de comunicação; ela funciona como um intermediário que suprime as deficiências de cada entidade ao longo da interação. A comunicação com o sistema, atualmente, deve ser encarada com importância igual ou até maior que a da computação feita pelo sistema (SILVA, 1995).

Segundo Hix e Hartson, "para o usuário, a interface é o sistema" (HIX & HARTSON, 1993).

A interface deve ser considerada no início do projeto do sistema – pois a navegação e a interatividade estão intimamente ligadas ao projeto de interface, onde três qualidades são fundamentais (*http://www.monash.edu.au/informatics/techME/index.html*):

- *"consistência: os símbolos não podem ter mais de um significado em um sistema, os elementos têm que estar dispostos no mesmo local em todas as telas do sistema e os ícones devem representar suas funções.*
- *clareza: os elementos devem ser facilmente reconhecidos e não podem ser ambíguos.*
- *simplicidade: deve-se evitar o uso de muitos elementos pois podem roubar a atenção do conteúdo."*

Para manter as qualidades acima deve-se:

- *"dividir a tela em áreas funcionais – os botões de navegação, de ajuda, e outros devem ocupar sempre o mesmo lugar, as áreas devem ser bem definidas, as imagens podem, e devem, ocupar sempre a mesma posição;*
- *deixar os elementos balanceados e bem distribuídos nas telas;*
- *observar a ordem de leitura - esquerda-direita, de cima para baixo"* (*http://www.monash.edu.au/informatics/techME/index.html*).

É de fundamental importância que a interface seja altamente consistente para permitir uma fácil utilização do sistema (KUSHNIRUK *et al.*, 1996).

A usabilidade, que é a facilidade de uso de um sistema, é um ponto crucial em softwares educativos, pois o estudante deverá usar o sistema de maneira intuitiva e confortável. Toda a preocupação com o conteúdo, com a estrutura e com os objetivos pedagógicos e educacionais podem ser insuficientes, ou até mesmo insignificantes para a eficiência de um sistema se a interface do usuário for inadequada.

Hix & Hartson referem que a usabilidade está relacionada com a eficácia e a eficiência da interface e com a reação do usuário ao sistema (HIX & HARTSON, 1993).

Alguns fatores de usabilidade que devem ser avaliados estão descritos no endereço *http://www.monash.edu.au/informatics/techME/index.html*:

- *"o sistema deve funcionar como o esperado;*
- *a representação não deve atrapalhar o uso do sistema;*
- *o sistema deve funcionar de uma maneira que o usuário entenda o que está acontecendo."*

IV.2.2. TESTE E VALIDAÇÃO DO SISTEMA

Após o alfa-teste realizado pelo próprio autor do sistema, o beta-teste foi realizado com os alunos da disciplina de Genética Médica de três Faculdades de Ciências Médicas, de instituições diferentes: Faculdade de Ciências Médicas da

Universidade Estadual de Campinas – Unicamp; Faculdade de Medicina do Triângulo Mineiro – FMTM; e Faculdade de Medicina da Universidade São Francisco – USF – Bragança.

O conteúdo do sistema foi corrigido e avaliado por especialistas em genética da Unicamp e de outras Universidades, como será descrito no capítulo HGEN – Descrição do Sistema.

Durante o uso do **HGEN** pelos alunos foram validados, com diferentes metodologias, os três aspectos mais importantes de um software educativo descritos na literatura. A saber:

1. ***Interface do usuário:*** com questionários.
2. ***Funcionamento do sistema:*** com questionários.
3. ***Eficiência do sistema como material didático:*** com questionários e comparação de notas dos estudantes usuários ou não usuários do sistema.

Os questionários de validação, elaborados especialmente para o presente trabalho, serão descritos no próximo item, à página 41.

Além disso, foi feita a avaliação da ***Estrutura do sistema*** – através da análise de freqüência dos caminhos percorridos no mapa de navegação (armazenados nos arquivos de registro de cada usuário do **HGEN**).

IV.2.2.1. DESCRIÇÃO DA AMOSTRA

Na fase de validação e avaliação, o **HGEN** foi utilizado por 93 estudantes de medicina. Estes estudantes foram, inicialmente, divididos em quatro grupos, devido às diferentes universidades de origem, características de utilização ou módulo utilizado, como pode ser observado na tabela IV-1.

Tabela IV-1– Quatro Grupos de Alunos que Utilizaram o HGEN

Grupo	Universidade de origem	Nº de alunos	Módulo(s) Utilizado(s)	Semestre letivo	Tipo de sessão	Tipo de utilização
A	Unicamp	38	Introdução e Padrões de Herança	Quarto	Múltiplas, após as aulas e antes da prova	Obrigatória
B	Unicamp	7	Citogenética	Quinto	Única (2) ou múltiplas (5), sempre após as aulas e antes da prova	Voluntária
C	FMTM	18	Citogenética	terceiro (14) quinto (4)	Única, após as aulas e a prova	Voluntária
D	USF	38	Citogenética	segundo	Múltiplas, após as aulas e antes da prova	Obrigatória

Todos os alunos estavam regularmente matriculados nas disciplinas de Genética Médica ou Clínica em sua Universidade de origem, com exceção dos quatro, do quinto período da FMTM, que eram monitores da disciplina de Genética Médica.

IV.2.2.1.1 DESCRIÇÃO DAS CONDIÇÕES DE ACESSO A COMPUTADOR EM CADA UNIVERSIDADE

Na Unicamp existe um Laboratório de Informática exclusivo para os alunos da Faculdade de Ciências Médicas, com 22 microcomputadores PC compatíveis, ligados em rede, *MS Windows NT 4.0.*

A maioria dos alunos do grupo A não havia utilizado o computador antes de cursar a disciplina Genética Médica I (dados obtidos na avaliação final desta disciplina), através da qual são ministradas aulas semanais no computador para a utilização do software estatístico *EPI-INFO*.

Na FMTM não existe Laboratório de Informática, nem microcomputadores disponíveis para os alunos, mas alguns poucos já tinham experiência anterior no uso destes equipamentos.

Na USF, *campus* de Bragança Paulista, existem três Laboratórios de Informática, dois com 40 microcomputadores *PC compatíveis* e um com 20, todos ligados em rede *Novell Netware 3.12*. Estes laboratórios estão disponíveis para todos os alunos, funcionários e professores do *campus*, mas muitos dos alunos que usaram o **HGEN** nunca haviam entrado neles, pois o seu uso não era estimulado pelos professores.

IV.2.2.2. DESENVOLVIMENTO DOS QUESTIONÁRIOS DE VALIDAÇÃO

Para realizar a validação do **HGEN** – interface, funcionamento e eficiência do sistema como material didático – foram desenvolvidos dois questionários de validação (Anexo 2 – Questionários de Validação):

- ***Questionário inicial*** – desenvolvido com base em dois outros questionários já existentes:

    a) *questionário para avaliação da satisfação de interação do usuário – Jan., 1997*, adaptação da forma completa do questionário *Generic user-evaluation questionnaire for interactive systems* do

Human-computer Laboratory da *University of Maryland* © 1988-1991;

b) *questionário de avaliação descrito por Struchiner* (STRUCHINER, 1996).

O ***questionário inicial*** foi respondido pelos usuários **antes** da utilização do sistema e visava verificar:

- o conhecimento prévio e a familiaridade dos usuários com sistemas computadorizados;
- o conhecimento do conceito de hipermídia e *link*;
- a expectativa quanto a utilização do sistema.

- ***Questionário final***, respondido **após** a utilização do sistema, visava validar:
  - a usabilidade, a operação e a qualidade do sistema;
  - a eficiência do sistema como material didático;
  - a influência do sistema no processo de aprendizagem;
  - a opinião dos alunos sobre o uso do programa.

IV.2.2.3. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foram utilizados testes estatísticos para a análise dos dados dos questionários, das notas dos alunos e das freqüências dos caminhos percorridos no mapa de navegação.

Utilizou-se o teste do Qui-quadrado (corrigido quando necessário) ou o teste da probabilidade exata de Fisher para a análise dos dados discretos

Para a análise dos dados quantitativos utilizou-se análise de variância e *teste t*. Quando a distribuição dos dados não era normal ou as variâncias eram heterogêneas utilizou-se o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis.

Para se analisar os dados obtidos com os questionários, provas e caminhos percorridos no mapa de navegação utilizou-se um nível de significância (α) de 10%, que é o nível de significância indicado no caso de dados comportamentais (SIEGEL, 1975).

V. HGEN – DESCRIÇÃO DO SISTEMA

V.1. DEFINIÇÕES CONCEITUAIS

V.1.1. REFLETINDO SOBRE A ORIGEM HGEN

O **HGEN** surgiu da idéia de se criar um software para o ensino de genética, com o objetivo de motivar e auxiliar os estudantes de medicina no estudo de Genética Médica pois, como já foi exposto, o interesse desses alunos por esta disciplina era muito pequeno.

Destinando-se a auxiliar o ensino da disciplina de Genética Médica, seria necessário garantir o cumprimento de um conteúdo mínimo por todos os estudantes, para que os objetivos específicos da disciplina fossem atingidos.

É necessário fazer uma distinção clara entre enciclopédias e softwares educativos: as primeiras têm uma função informativa, não havendo a preocupação de que o aluno aprenda um conteúdo específico. Nas enciclopédias a liberdade total de exploração está adequada ao seu objetivo, pois quanto maior o número de caminhos possíveis, maior a quantidade de informações que será apresentada e poderá ser absorvida. Já um software educativo tem que ser um facilitador no processo de ensino-aprendizagem, tentando não só informar, mas formar conceitos.

Alguns autores (HARGER, 1996; HARDAWAY & WILL, 1997) descrevem que é fundamental que o aluno seja ativo e interaja com o sistema e que existe

uma preferência dos estudantes pela utilização de questionários dentro dos sistemas educativos (MARS & McLEAN, 1996).

Não se pretendia desenvolver uma enciclopédia ou livro eletrônico sobre este tema. Optou-se, então, pela construção de um software baseado em perguntas e respostas, em que o estudante poderia participar mais ativamente do processo de aprendizagem. Este software não seria uma avaliação automatizada, nem teria a função de liberar o professor do trabalho de correção das provas de avaliação.

Não era suficiente, pois, apresentar questões e simplesmente corrigi-las, indicando o acerto ou o erro (embora isto também seja necessário). Pretendeu-se mais do que isso.

Queria-se, de fato, contribuir com o aprendizado do estudante. Então, definiu-se que, além da correção da pergunta, deveria ser apresentado, sempre, um feedback, tão detalhado quanto possível: caso acertasse, o aluno deveria receber informações complementares que ajudariam na compreensão do tópico abordado; caso errasse, deveria entender porque errou, o que deveria ter respondido naquele momento e, ainda, em que circunstâncias a resposta dada poderia estar correta.

Pretendia-se dar aos estudantes que apresentassem maior dificuldade uma nova oportunidade de aprendizagem. Isto seria possível com a elaboração de uma estrutura que apresentasse novas questões, semelhantes às anteriormente respondidas de forma errônea, com outra forma de abordagem, levando os estudantes a repensarem o assunto tratado.

Independente do grau de dificuldade apresentado pelos estudantes, do número de respostas erradas escolhidas e dos caminhos percorridos por eles para a construção de um determinado raciocínio, ao final de um módulo de questões, todos deveriam ter tido acesso ao mesmo conteúdo mínimo – respeitando as suas características.

Além disso, a todo instante, os estudantes teriam a sua disposição mecanismos que possibilitassem o livre acesso a conceitos gerais, ilustrações e exemplos práticos que poderiam auxiliar a elaboração do seu raciocínio. Os que tivessem maior interesse teriam, também, a oportunidade de aprofundar-se em um determinado tópico, recebendo inclusive referências bibliográficas específicas.

Outro ponto importante seria a apresentação de ilustrações e de exemplos práticos, com a introdução de dados clínicos na abordagem de conceitos básicos de genética, sempre que possível, e no momento em que o estudante julgasse necessário, para facilitar a compreensão e tornar o aprendizado de genética mais atrativo, contextualizado e completo.

V.1.2. OBJETIVOS DO HGEN

Os objetivos do **HGEN** são: auxiliar o processo de ensino-aprendizagem e despertar a motivação dos estudantes pelos tópicos de genética médica abordados.

Para atingir estes objetivos é necessário que o **HGEN** tenha:

- uma interface amigável, que não dificulte a sua utilização;
- um conteúdo claro e correto;

- uma estruturação de informações que proporcione a participação ativa do aluno (perguntas e respostas);
- a apresentação do feedback imediato à atuação do estudante (correção das questões e apresentação de explicações e informações adicionais);
- a resposta diferenciada a cada tipo de aluno, de acordo com suas dificuldades, interesses e formas de raciocínio (mapa de navegação);
- a garantia de que todos os alunos cumpram um conteúdo mínimo (para atingir os objetivos educacionais específicos);
- a presença de estruturas que podem ser acessadas livremente pelo aluno e podem contribuir para a compreensão dos tópicos abordados;
- permitir que cada aluno crie suas próprias associações, necessárias à compreensão de um assunto e à resolução das questões.

V.1.3. PÚBLICO-ALVO

Os estudantes de graduação em medicina são o público preferencial, mas outros estudantes de graduação em cursos de ciências de saúde também podem utilizar o sistema.

V.2. DELIMITAÇÃO DO CONTEÚDO

O **HGEN** não apresenta capítulos com longos textos, ilustrados ou não, em que os conceitos são explicados, como num livro.

O conteúdo utilizado no **HGEN** está dividido em pequenas unidades, dentro de cada um dos três tópicos abordados: Introdução à Genética, Padrões de Herança e Citogenética.

Um sistema de ensino de genética médica completo deveria abranger também: Genética Molecular, Genética de Populações e Genética Clínica. Mas essa proposta estaria fora do âmbito deste trabalho.

O **HGEN** não pretende substituir o professor ou os métodos tradicionais de ensino, como a aula expositiva e o texto escrito, e sim complementá-los, orientando o aluno na busca de informações.

Como o **HGEN** foi desenvolvido para estar integrado ao processo ensino-aprendizagem de Genética Médica, ele deve cumprir um série de objetivos educacionais.

V.2.1. OBJETIVOS EDUCACIONAIS

Objetivo geral:

- Fornecer os fundamentos teóricos de genética (Introdução à Genética, Padrões de Herança e Citogenética) necessários para a compreensão dos conceitos e princípios da hereditariedade e variabilidade humana normal e anômala.

- Identificar aberrações numéricas de autossomos;
- Identificar aberrações estruturais de autossomos;
- Definir, explicar e identificar as cromatinas sexuais;
- Identificar aberrações de cromossomos sexuais;
- Citar e explicar os mecanismos genéticos envolvidos na determinação do câncer.

V.3. PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO DA INTERFACE DO HGEN

Dada a importância da interface, seu planejamento e desenvolvimento no **HGEN** obedeceram a critérios já definidos no capítulo Material e Métodos e mereceram especial atenção.

Foi elaborado um projeto de interface, definindo:

- o estilo de interação – optando-se por uma interface icônica (utilizando ícones que são acionados através do *mouse*);
- o *mouse* como dispositivo de entrada, sem a utilização do teclado;
- as áreas funcionais de cada módulo e de cada tipo de tela;
- os mecanismos de navegação;
- o número máximo de alternativas possíveis nas questões;

- a apresentação das ilustrações e dos módulos acessórios em janelas diferentes da janela do módulo principal, para manter a consistência da interface;
- o mecanismo de escolha da alternativa correta através do duplo clique, para que esta ação não fosse executada de modo involuntário;
- a possibilidade de acesso ao módulo glossário a qualquer momento, para que o estudante pudesse consultar as definições básicas e a lista de referências bibliográficas;
- a possibilidade de acesso ao módulo catálogo de doenças só através de *links* presentes nas telas do módulo de exercícios, já que esse tem um caráter ilustrativo;
- a distinção por cores dos *links* que dão acesso aos diferentes módulos (*links* específicos, *links* de glossário, *links* de catálogo de doenças);
- a representação do resultado – acerto ou erro, através de um ícone.

Várias versões de interface foram implementadas e testadas através da construção de protótipos.

Para a implementação da interface final foram elaborados ícones originais, desenhados pelos alunos de Artes Plásticas do Instituto de Artes da Unicamp.

Para a representação do resultado das questões, optou-se por ícones informais, tornando a tarefa de correção mais agradável e leve, sem o intuito de punir os alunos pelas respostas dadas erroneamente.

Uma descrição detalhada da interface final do **HGEN** pode ser vista no Anexo 1 – Descrição da Interface do **HGEN**.

V.4. ESTRUTURAÇÃO E ELABORAÇÃO DO CONTEÚDO

V.4.1. COLETA E ELABORAÇÃO DO CONTEÚDO

Inicialmente, foram levantadas, junto aos professores do Departamento de Genética Médica da Faculdade de Ciências Médicas da Unicamp, 364 questões, compreendendo as áreas de Introdução à Genética (42), Padrões de Herança (152) e Citogenética (170). Estas questões foram armazenadas num banco de dados em *Microsoft Access*. Nem todas foram utilizadas mas, dessa forma, foi possível selecionar, de uma maneira mais adequada, aquelas que entrariam, ou não, em cada tópico.

Foram selecionados, no arquivo do Departamento de Genética Médica, 82 registros para levantamento de imagens citogenéticas. Estas imagens foram digitalizadas por meio de *scanner* de mesa. A qualidade, após a digitalização, foi testada e selecionada pelos técnicos do Laboratório de Citogenética, do Departamento de Genética Médica da Faculdade de Ciências Médicas da Unicamp.

Foram levantadas 249 fotos de pacientes, do arquivo do Departamento de Genética Médica da Faculdade de Ciências Médicas da Unicamp e do arquivo particular dos docentes do mesmo Departamento, que foram digitalizadas por meio de *scanner* de mesa ou por *scanner* de *slides*.

Os esquemas, os diagramas, os desenhos, os heredogramas e as animações para ilustrar os tópicos abordados no **HGEN**, foram elaborados utilizando-se os softwares descritos no capítulo anterior, no item Material, de acordo com os objetivos educacionais específicos e a necessidade de ilustração.

Os heredogramas seguiram as recomendações de nomenclatura descritas por Bennett *et al.* (BENNETT *et al.*, 1995).

V.4.2. ORGANIZAÇÃO PEDAGÓGICA

O **HGEN** é um sistema baseado em perguntas e respostas, com estrutura não-linear, que deve ser usado como complemento às aulas de uma disciplina de Genética Médica.

O **HGEN** não é um programa hipermídia puro, mas ele possui características hipermídia que podem, ou não, ser exploradas pelo usuário.

Nas telas, quase sempre, existem *links* acionados pelo usuário, no momento que lhe convier, permitindo a busca de definições no glossário, de informações clínicas no catálogo de doença, de maiores informações nos textos complementares e o acesso a uma fonte de referências bibliográficas.

Se o aluno optar por responder as questões sem acessar nenhum dos *links*, ele não estará usando os recursos hipermídia do **HGEN**. Mesmo assim, no **HGEN**, sempre haverá *interação* entre o aluno e o sistema, pois o aluno tem que participar ativamente do processo, já que suas respostas são exigidas a todo momento e são elas que determinam as próximas questões apresentadas.

Quando o estudante opta por acessar um *link*, ele estará usando a característica hipermídia do **HGEN**, lendo de uma maneira nova e não-linear as informações ali contidas. Com esta leitura ele vai armazenando subsídios que, associados ao seu conhecimento prévio, permitem a elaboração de um raciocínio que leva à resolução de uma questão e à compreensão do assunto que está sendo estudado.

Diferente das enciclopédias hipermídia em que a utilização é exploratória, no **HGEN** um conteúdo mínimo sempre é cumprido para que os objetivos específicos sejam atingidos.

Todos os alunos passam por uma estrutura comum (número mínimo de questões) que representa o conteúdo mínimo a ser aprendido. Existe, entretanto, um mapa de navegação complexo, descrito a seguir e apresentado no anexo 3. Este mapa de navegação foi desenvolvido para garantir a apresentação de questões específicas, de acordo com a interação prévia do usuário com o **HGEN**.

O conteúdo mínimo pode ser cumprido preservando a individualidade, a dificuldade, o ritmo e o interesse de cada aluno por cada um dos tópicos abordados no **HGEN**.

V.4.3. MAPA DE NAVEGAÇÃO

A estrutura do **HGEN** não é linear e, por isto, nem todos os estudantes passam pelas mesmas perguntas; há uma variação no número de questões que cada aluno responde.

As perguntas não são apresentadas de maneira aleatória. Existe uma ordem pré-estabelecida e a apresentação de uma pergunta depende das respostas que o estudante deu às perguntas anteriores.

Todos os caminhos possíveis de serem percorridos – seqüência de questões – estão descritos no mapa de navegação.

O mapa de navegação representa a estrutura de todo o conteúdo abordado no sistema, incluindo todas as questões, todas as telas de resposta, específicas para cada alternativa, e todos os caminhos possíveis que podem ser percorridos pelos estudantes.

Existem conjuntos de questões do mesmo tipo, ou seja, questões que abordam o mesmo assunto. Os conjuntos são compostos por 4, 8 ou 16 questões. Dentro de cada conjunto foi estabelecido o número mínimo de questões que devem ser respondidas corretamente; se o estudante não responder corretamente, novas questões do mesmo tipo serão apresentadas, permitindo que ele tenha uma nova chance de aprender aquele tópico, através do feedback fornecido em cada questão (Figura V–1 – Exemplo de um conjunto dentro do mapa de navegação).

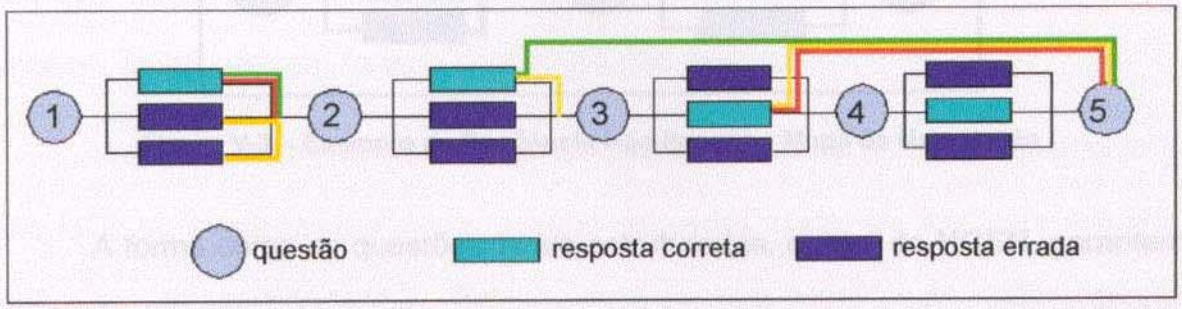


Figura V-1 – Exemplo de um Conjunto Dentro do Mapa de Navegação

No conjunto mostrado acima, se o aluno escolher a alternativa ***a*** tanto na questão 1 como na questão 2, ele pulará direto para a questão 5, sem passar pelas questões 3 e 4 (linha verde). Se o aluno escolher a alternativa ***a*** na questão 1, se ele não escolher a alternativa ***a*** na questão 2 e escolher a alternativa ***b*** na questão 3, ele pulará para a questão 5, sem passar pela questão 4 (linha vermelha). Ele também não passará pela questão 4, pulando da questão 3 para a questão 5, se escolher a alternativa ***b*** ou ***c*** na questão 1, a alternativa ***a*** na questão 2 e a alternativa ***b*** na questão 3 (linha amarela). Caso contrário, o aluno passará pelas 5 questões.

Outra situação em que a seqüência das questões não é linear ocorre quando se torna necessária a subdivisão de um conceito em diferentes níveis de conhecimento. Nestes casos, novas questões são ou deixam de ser apresentadas para formar cada conceito (Figura V–2 – Exemplo de seqüência não-linear no mapa de navegação). Neste exemplo, se o aluno escolher a alternativa ***c*** na questão 1 ele pulará para a questão 3, sem passar pela questão 2 (linha verde).

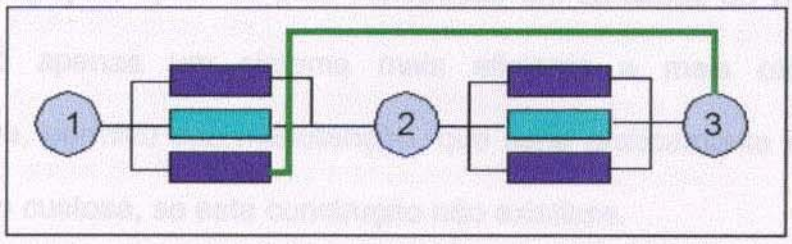


Figura V-2 – Exemplo de Seqüência Não-linear no Mapa de Navegação

A forma como as questões foram estruturadas, dentro do **HGEN**, garantem que todos os alunos passem por um conteúdo mínimo, e conduz os estudantes

com dificuldade num determinado tópico, a passarem por um número maior de questões, aumentando a possibilidade de aprendizagem.

O programa em *MTB* acessa o mecanismo que controla o processo de navegação, direcionando os estudantes para as novas telas, de acordo com as respostas às questões anteriores.

Na tabela V-1 pode-se observar o número máximo e mínimo de questões em cada um dos módulos do **HGEN**.

Tabela V-1 – Número Máximo e Mínimo de Questões em Cada Módulo do HGEN

Módulo	Mínimo	Máximo
Introdução	11	16
Padrões de herança	33	51
Citogenética	56	67
Total	100	134

V.4.4. MECANISMO DE NAVEGAÇÃO E REGISTRO

Devido à complexidade do sistema, principalmente do gerenciamento do mapa de navegação, optou-se pela construção em camadas do **HGEN**, pois ela garantiu não apenas um sistema mais eficiente e mais otimizado, mas, principalmente, permitiu sua manutenção, que seria praticamente inviável ou, no mínimo, muito custosa, se esta construção não existisse.

O mecanismo que controla a navegação responde ao livro implementado em *MTB* no momento em que o usuário necessita mudar de tela para avançar, voltar ou retornar (Figura V-3 – Relação entre as duas camadas de implementação do **HGEN**).

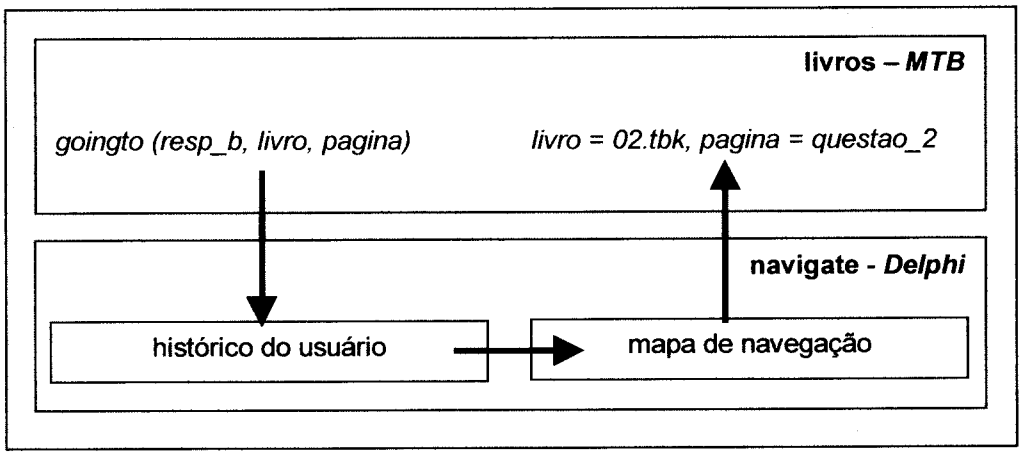


Figura V-3 – Relação Entre as Duas Camadas de Implementação do HGEN

O caminho percorrido por cada estudante (histórico) vai sendo armazenado e, no momento em que é necessária a mudança de tela, o mecanismo consulta este histórico, para então decidir qual a tela que será apresentada. Para tomar essa decisão, ele compara o conteúdo armazenado com o mapa de navegação, em que estão todos os caminhos possíveis.

O mapa de navegação é descrito numa sintaxe própria em um arquivo. Ali estão todos os livros e todas as páginas do *MTB* do **HGEN** e todas as condições que determinam qual deverá ser o caminho, de acordo com as respostas dadas pelo usuário. Este arquivo, depois de elaborado, passa por um programa simples, convertendo esta linguagem para uma estrutura computacional mais próxima à forma como o mapa de navegação é armazenado em memória.

Da mesma forma que a estrutura do mapa de navegação, uma estrutura semelhante é armazenada em um outro arquivo, e é utilizada para descrever o caminho percorrido pelo usuário dentro do mapa de navegação.

Existe, ainda, um outro arquivo (arquivo de *log* ou arquivo de registro), que armazena o histórico de eventos gerados pelo usuário no sistema (clique em um *link*, escolha de uma alternativa, clique em um ícone). Este arquivo é um retrato bruto do comportamento do sistema em uso.

Quando uma nova sessão de utilização do **HGEN** é iniciada, o sistema solicita ao usuário seu nome (*login*) e sua senha. Após a identificação, é carregado em memória o arquivo que descreve o caminho percorrido até o momento pelo usuário, retornando ao ambiente de onde parou na última utilização do sistema. Isto é possível pois, ao deixar o programa, todo ambiente é salvo juntamente com a descrição do caminho percorrido pelo usuário. Na primeira utilização, o usuário terá os arquivos do sistema com conteúdo em branco.

Utilizando-se os arquivos do sistema, foi possível avaliar a qualidade do **HGEN**, pois, analisando a freqüência dos caminhos percorridos, as deficiências em questões e/ou alternativas foram detectadas, e pôde-se verificar se os tópicos foram abordados adequadamente ou se seria necessário a inclusão de mais alguma questão, e onde esta deveria ser inserida.

É importante ressaltar que o **HGEN** não foi desenvolvido para ser usado como uma avaliação. Assim, nenhuma nota é atribuída aos alunos.

V.4.5. ESTRUTURAÇÃO DA INFORMAÇÃO NO HGEN

O **HGEN** é constituído de três módulos: o principal – o Módulo de Exercícios – e dois módulos acessórios – o Módulo Glossário de Termos em Genética Básica e o Módulo Catálogo de Doenças Geneticamente Determinadas.

O conteúdo do Módulo de Exercícios é apresentado na forma de perguntas, respostas e, quando necessário, em páginas que expõem algum conceito importante – denominadas *Interpages*. Além de texto, são usados desenhos, fotos e animações que ilustram cada tema.

Em todos os tipos de telas podem existir palavras marcadas com cores diferentes, os *links*, que permitem ao estudante o acesso aos tópicos relacionados no glossário ou no catálogo.

A qualquer momento, dentro do Módulo de Exercícios, o usuário pode ter acesso ao Glossário de Termos em Genética Básica. Este Glossário também está acessível através dos *links* azuis que levam o usuário ao termo pertinente ao assunto tratado naquele momento.

Outro tipo de *links*, os vermelhos, levam o usuário às doenças no Catálogo de Doenças que exemplificam a situação tratada no momento.

Os *links* apresentam ao usuário uma ilustração necessária para a resolução de uma questão ou uma explicação mais detalhada sobre o assunto específico, através de texto complementar.

Nas Figuras V-4, V-5 e V-6 podem ser observados os funcionamentos de cada um dos três tipos de *links* que existem no **HGEN**.

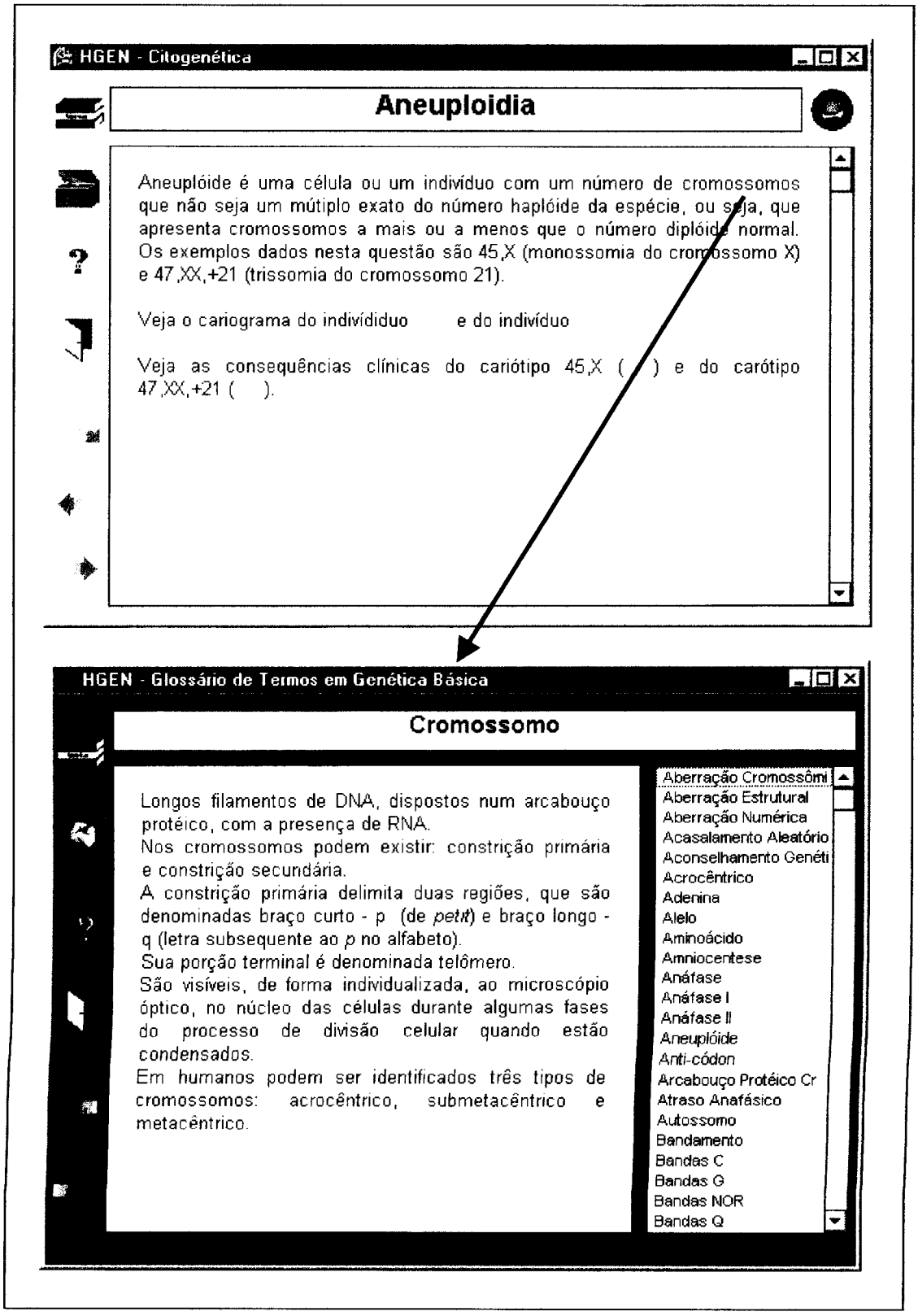


Figura V-4 – Funcionamento dos *Links* Azuis do HGEN

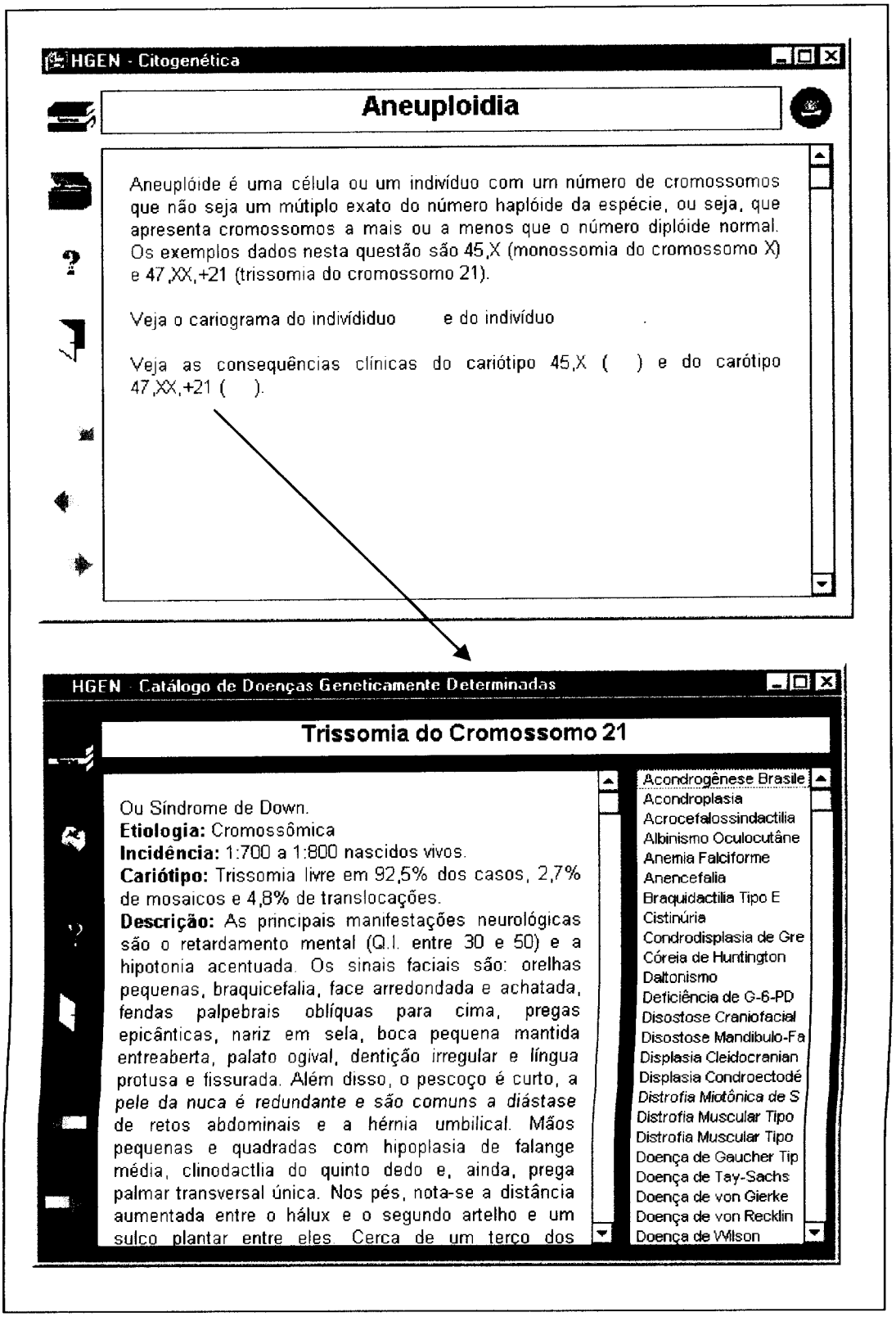


Figura V-5 – Funcionamento dos *Links* Vermelhos do HGEN

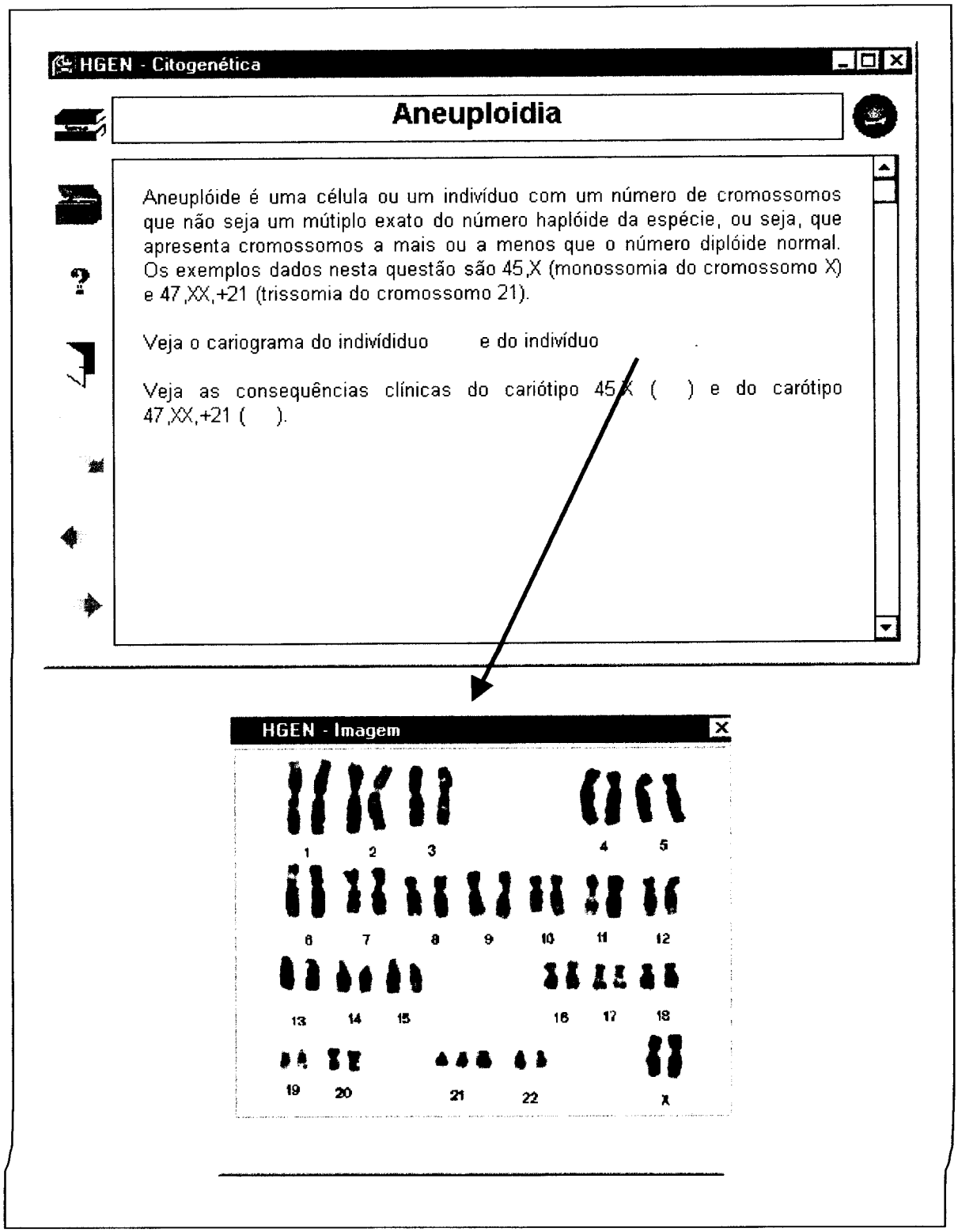


Figura V-6 – Funcionamento dos *Links* Verdes do HGEN

Cada um dos módulos será descrito, detalhadamente, a seguir.

V.4.5.1. MÓDULO DE EXERCÍCIOS

O módulo principal do **HGEN**, Módulo de Exercícios, tem, basicamente, quatro tipos de tela: telas de pergunta, telas de resposta certa e de resposta errada e telas de apresentação de conteúdo (*Interpages*) (Figura V-7 – Exemplo dos Quatro Tipos de Telas do Módulo de Exercícios do **HGEN**).

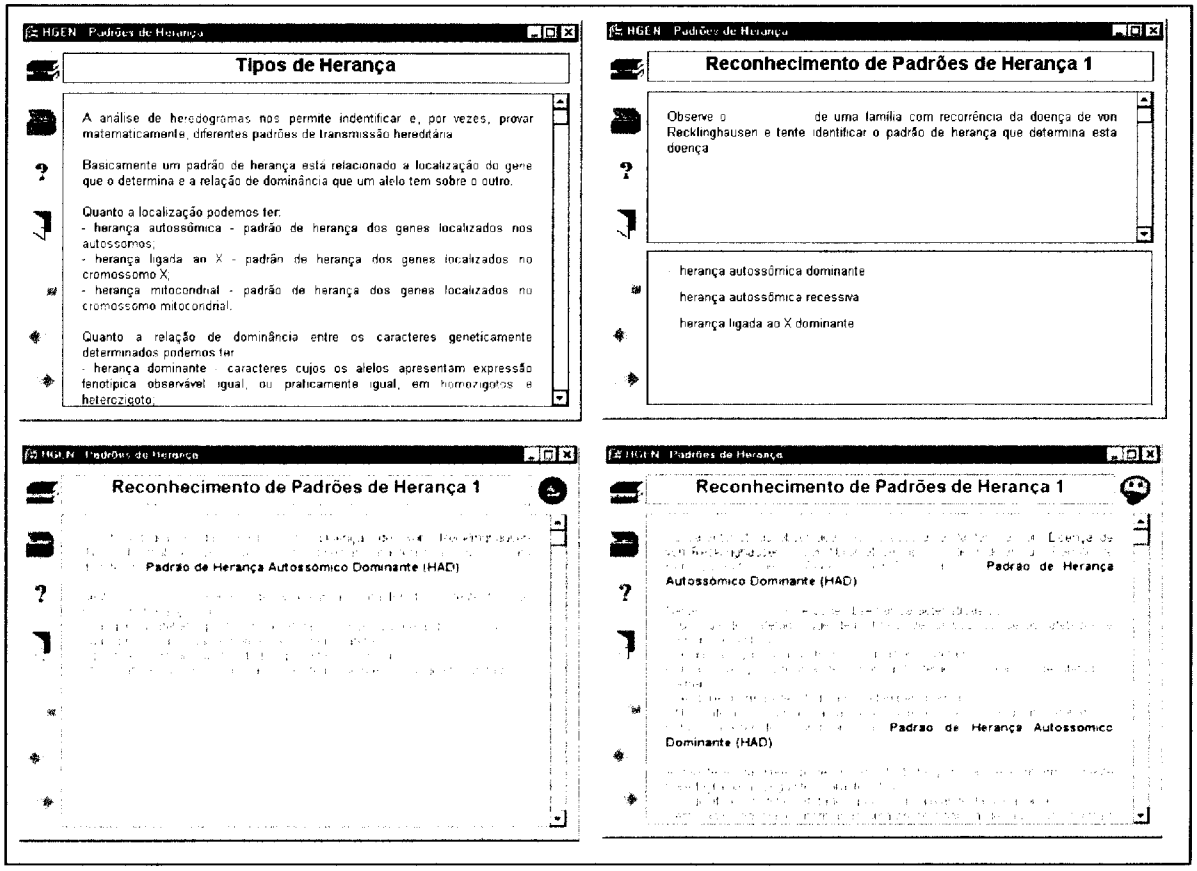


Figura V-7 – Exemplo dos Quatro Tipos de Telas do Módulo de Exercícios do HGEN (*Interpage*, Questão, Resposta Certa, Resposta Errada)

Quando o estudante escolhe uma alternativa numa tela de pergunta, uma tela de resposta específica, de acordo com a alternativa escolhida, é apresentada (Figura V-8 – Exemplo de uma Questão com suas Respectivas Telas de Respostas). Na tela de resposta, o estudante verifica se acertou ou errou,

graficamente, através de um ícone, obtém a resposta correta e recebe informações adicionais que complementam o conceito abordado na questão.

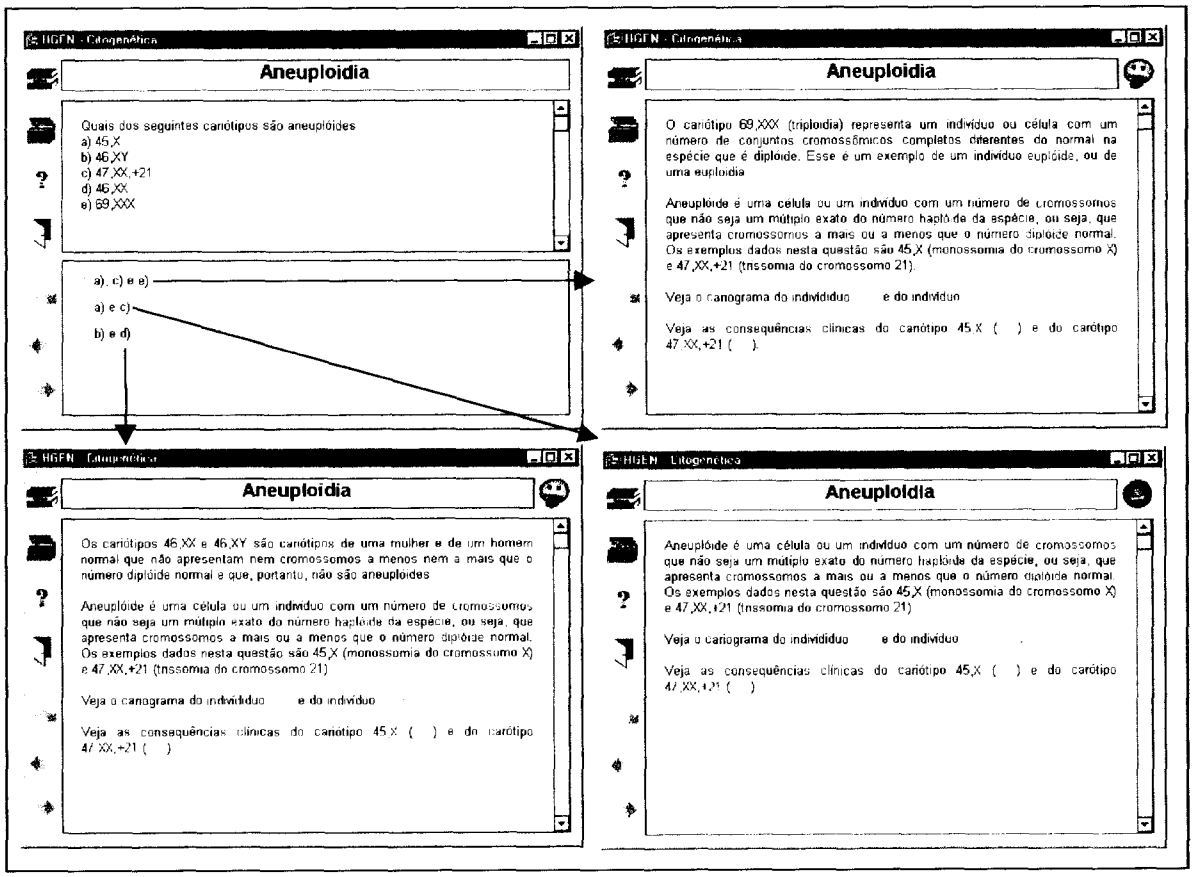


Figura V-8 – Exemplo de uma Questão com suas Respectivas Telas de Respostas

No momento em que o estudante quiser, ele pode acessar a tela da próxima questão, que será diferente de acordo com a(s) resposta(s) dada(s) à(s) questão(ões) anterior(es) (histórico desse aluno).

Quando o estudante julgar necessário, pode rever as questões e as respostas anteriores, porém não pode alterar as alternativas escolhidas anteriormente.

Uma descrição detalhada do Módulo de Exercícios pode ser vista nas tabelas V-2 a V-7.

Nas tabelas V-2, V-3 e V-4, são apresentados: o número de livros do *MTB* e o assunto abordado, o número mínimo e o número máximo de perguntas, o número de *Interpages* e o número de telas de resposta de cada livro.

Nas tabelas V-5, V-6 e V-7, são apresentados: o número de *links* para o glossário, o número de *links* para o catálogo de doença e o número de ilustrações em cada livro. Nessas tabelas há uma distinção entre o número total e o número de *links* diferentes em cada livro, devido à repetição do mesmo *link* sempre que o assunto é abordado.

Tabela V-2 – Caracterização dos Livros do Módulo de Exercício do HGEN – Introdução

Livro	Conteúdo	nº total de páginas	nº de perguntas máximo	nº de perguntas mínimo	nº de pág. de resposta	nº de *interpages*
2	Definições básicas de genética	23	6	1	16	1
3	Indicações de etiologia genética	7	1	1	5	1
4	Definição de fenótipo	8	2	2	6	0
5	Definição de lócus gênico	5	1	1	4	0
6	Definição de cromossomos homólogos	6	1	1	5	0
7	Definição de genes alelos	4	1	1	3	0
8	Definição de genoma	5	1	1	4	0
9	Definição de efeito primário do gene	4	1	1	3	0
10	Mutação	9	2	2	6	1
Total		71	16	11	52	3

Tabela V-3 – Caracterização dos Livros do Módulo de Exercício do HGEN – Padrões de Herança

Livro	Conteúdo	nº total de páginas	nº de perguntas máximo	nº de perguntas mínimo	nº de pág. de resposta	nº de *interpages*
18	Construção de heredogramas	18	4	2	12	2
19	Polialelismo	4	1	1	3	0
20	Definições de padrões de herança	30	5	5	23	2
21	Reconhecimento de padrões de herança	64	16	8	48	0
22	Cálculo de risco de recorrência	37	9	5	27	1
23	Testes para por à prova os padrões de herança	3	0	0	0	3
26	Herança poligênica	5	1	1	3	1
27	Expressividade e penetrância	20	5	3	15	0
28	Genocópia e fenocópia	5	1	1	3	1
29	Coeficiente de consangüinidade e endocruzamento	17	4	4	12	1
30	Risco de recorrência e consangüinidade	16	4	2	12	0
31	Aconselhamento genético de primos	5	1	1	4	0
Total		224	51	33	162	11

Tabela V-4 – Caracterização dos Livros do Módulo de Exercício do HGEN – Citogenética

Livro	Conteúdo	nº total de páginas	nº de perguntas máximo	nº de perguntas mínimo	nº de pág. de resposta	nº de *interpages*
33	Estrutura dos cromossomos, meiose e mitose, preparação de material	51	12	10	36	3
34	Classificação dos cromossomos humanos	32	7	6	23	2
35	Aberrações numéricas de autossomos	62	16	12	46	0
36	Aberrações estruturais de autossomos	36	9	9	27	0
37	Cromatinas sexuais e aberrações de cromossomos sexuais	68	17	13	51	0
38	Citogenética do câncer	25	6	6	18	1
Total		274	67	56	201	6

Tabela V-5 – Caracterização dos *links* do Módulo de Exercício do HGEN - Introdução

Livro	nº de *links* para ilustrações	nº total de *links* para o glossário	nº de *links* diferentes para o glossário	nº total de *links* para o catálogo	nº de *links* diferentes para o catálogo	nº total de *links* para textos	nº de *links* diferentes para textos
2	1	42	15	0	0	0	0
3	0	1	1	13	5	0	0
4	0	7	2	0	0	0	0
5	0	15	5	0	0	0	0
6	0	20	4	0	0	0	0
7	0	9	3	0	0	0	0
8	0	7	4	0	0	0	0
9	0	8	4	0	0	0	0
10	0	38	14	0	0	0	0
Total	1	147	52	13	5	0	0

Tabela V-6 – Caracterização dos *links* do Módulo de Exercício do HGEN – Padrões de Herança

Livro	nº de *links* para ilustrações	nº total de *links* para o glossário	nº de *links* diferentes para o glossário	nº total de *links* para o catálogo	nº de *links* diferentes para o catálogo	nº total de *links* para textos	nº de *links* diferentes para textos
18	22	17	11	5	2	0	0
19	3	6	2	0	0	0	0
20	28	30	11	0	0	0	0
21	64	0	0	52	13	0	0
22	4	27	4	43	12	0	0
23	0	1	1	0	0	6	2
26	0	4	1	0	0	0	0
27	0	20	4	4	4	0	0
28	0	19	10	0	0	0	0
29	28	2	2	0	0	0	0
30	0	39	4	16	4	0	0
31	0	1	1	0	0	0	0
Total	149	166	51	120	35	6	2

Tabela V-7 – Caracterização dos *links* do Módulo de Exercício do HGEN - Citogenética

Livro	nº de *links* para ilustrações	nº total de *links* para o glossário	nº de *links* diferentes para o glossário	nº total de *links* para o catálogo	nº de *links* diferentes para o catálogo	nº total de *links* para textos	nº de *links* diferentes para textos
33	25	176	45	0	0	0	0
34	49	62	18	0	0	0	0
35	49	116	22	32	5	0	0
36	32	94	22	17	3	0	0
37	48	72	18	37	4	0	0
38	3	40	14	2	2	0	0
Total	206	560	139	88	14	0	0

V.4.5.2. GLOSSÁRIO DE TERMOS EM GENÉTICA BÁSICA

O módulo glossário funciona como um guia de referência rápida, apresentando definições breves de termos importantes em Genética Básica, sempre que possível, acompanhadas de ilustrações (desenhos, fotos ou animações), permitindo o fácil esclarecimento do estudante (Figura V-9 – Exemplo de uma Tela do Glossário do **HGEN**).

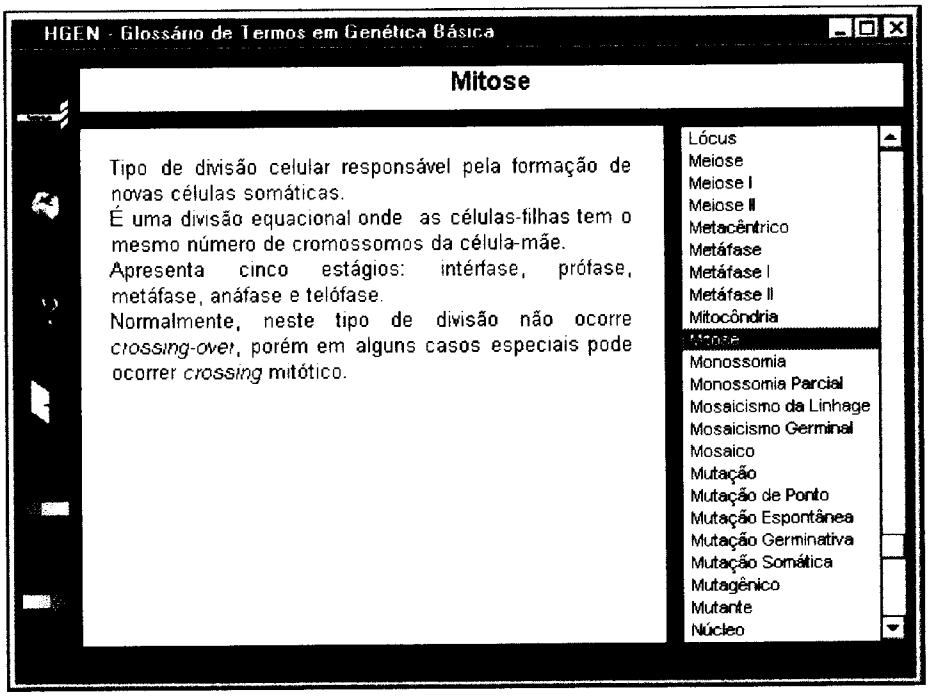


Figura V-9 – Exemplo de uma Tela do Glossário do HGEN

O conteúdo desse módulo é o resultado da compilação dos livros-texto de Genética, descritos no item Materiais.

Uma descrição detalhada do módulo glossário, incluindo o número de termos descritos, o número de ilustrações e o número de *links* internos, pode ser

vista na Tabela V-8 – Caracterização do Módulo Glossário de Termos em Genética Básica.

Tabela V-8 – Caracterização do Módulo Glossário de Termos em Genética Básica

Livro	Nº de Páginas	nº de ilustrações			nº total de *links* Internos	Nº de *links* internos diferentes
		Desenhos	Fotos	animações		
Gloss	265	87	23	8	744	165

V.4.5.3. CATÁLOGO DE DOENÇAS GENETICAMENTE DETERMINADAS

O Módulo Catálogo de Doenças Geneticamente Determinadas, construído através de uma compilação dos livros-texto de Genética Médica, descritos no item materiais, não pretende, de forma alguma, ser mais um catálogo de doenças geneticamente determinadas, mas apenas introduzir algumas informações de Genética Clínica. Assim, somente algumas doenças foram selecionadas para integrar este catálogo. Elas são usadas como exemplo nas questões ou respostas para ilustrar conceitos dos tópicos abordados no programa (Introdução, Padrões de Herança e Citogenética).

O Módulo Catálogo de Doenças Geneticamente Determinadas tem apenas um tipo de tela e apresenta informações sobre etiologia, descrição, incidência, localização do gene (quando conhecida), cariótipos possíveis, tratamento (quando houver) e fotos de pacientes (Figura V-10 – Exemplo de uma Tela do Catálogo de Doenças do **HGEN**).

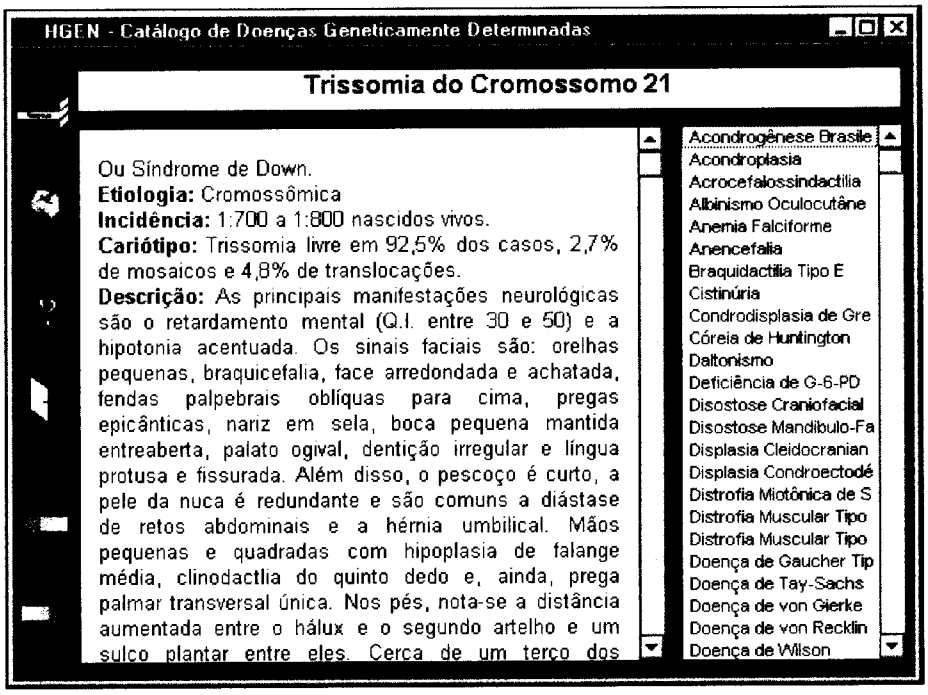


Figura V-10 – Exemplo de uma Tela do Catálogo de Doenças do HGEN

Uma descrição detalhada do Módulo Catálogo de Doenças Geneticamente Determinadas, incluindo o número de doenças descritas, o número de fotos de pacientes e o número de *links* internos, pode ser vista na Tabela V-9 – Caracterização do Módulo Catálogo de Doenças.

Tabela V-9 – Caracterização do Módulo Catálogo de Doenças

Livro	nº de páginas	nº de fotos de pacientes	nº total de *links* internos	nº de *links* internos diferentes
Doencas	99	88	11	7

V.5. IMPLEMENTAÇÃO E CARACTERÍSTICAS GERAIS DO HGEN

V.5.1. IMPLEMENTAÇÃO

O **HGEN** é um sistema para ambiente *Windows* e foi desenvolvido em camadas. A camada desenvolvida em *Multimedia ToolBook* (*MTB*) *CBT Edition,* versão 3.0 – camada de apresentação – controla a interface, as mídias e os *links.* A camada desenvolvida em *Delphi,* versão 1.5 – camada de aplicação – controla o sistema de navegação e o sistema de registro (*log*).

O conteúdo abordado foi dividido em tópicos e cada tópico foi implementado em um livro do *MTB.* Os outros módulos do **HGEN** – Glossário, Catálogo de Doenças, Referências Bibliográficas (de cada um dos módulos) e sistema de ajuda do **HGEN** – também foram implementados, cada um, como um livro do *MTB.*

A versão do *MTB* escolhida para a implementação do **HGEN**, versão 3.0 *CBT*, apresentou uma série de problemas e limitações. A versão *CBT*, embora tenha sido desenvolvida especificamente para a implementação de treinamento baseado em computador, não permitiu que seus *templates* fossem adaptados à estrutura utilizada no **HGEN**, em que as telas de feedback (telas de respostas) eram fundamentais e não acessórias, e havia a necessidade de apresentação de *links* nestas telas.

Além disso, foi encontrado um erro (*bug*) no sistema de *debugger* ou depurador de erros da versão utilizada do *MTB.* Este sistema tem a função de

possibilitar a detecção de erros no programa que está sendo desenvolvido e deve funcionar como se estivesse sendo executado, mas permitindo que a execução ocorra passo a passo e que os valores das variáveis do sistema sejam observados. O erro encontrado impossibilita a passagem de argumentos por referência de uma função para outra e, no caso específico do **HGEN**, impediu esta passagem entre a camada implementada em *Delphi* e a camada implementada em *MTB* e vice-versa. Este erro dificultou e atrasou a integração das duas camadas por um longo período de tempo.

Devido ao grande volume de informações que foi incluído no **HGEN**, a implementação deste sistema poderia ter sido feita usando-se o acesso a banco de dados. Neste tipo de implementação, todas as questões, respostas, ilustrações, referências, definições e descrições de doenças estariam armazenadas num banco de dados e não dentro de páginas do *MTB*, e seriam carregadas no momento em que elas fossem apresentadas. Apesar de não ter sido usado este tipo de implementação, o **HGEN** mostrou-se eficiente e a performance do sistema não foi prejudicada.

V.5.2. CARACTERÍSTICAS GERAIS

O sistema tem, aproximadamente, 284 MBytes, suporte à rede *MS Windows 95*, *MS Windows NT* versão 3.51 e 4.0 e *Novell Netware* e está armazenado num CD-ROM que é utilizado para instalação do programa.

Na tabela V-10 estão resumidas as características gerais do **HGEN**.

Tabela V-10 – Características do HGEN

Módulo	Páginas	Ilustrações	*Links* glossário	*Links* catálogo
Exercícios	569	356	873	136
Glossário	265	118	744	-
Catálogo	99	88	-	13

O fato de o **HGEN** poder ser usado num ambiente de rede local, facilitou sua utilização nas diferentes universidades, minimizando os problemas de espaço em discos, a falta de recursos nos equipamentos e também facilitando o gerenciamento dos arquivos de registro (*log*).

V.6. UTILIZAÇÃO DO HGEN

V.6.1. CONDIÇÕES GERAIS

O **HGEN** foi utilizado após os alunos terem tido as aulas tradicionais, correspondentes ao tópico abordado no sistema.

A primeira sessão era caracterizada por uma explicação, além de ensinar aos estudantes como utilizar o **HGEN** e explicitar a sua estrutura funciona, era muito importante esclarecer os seus objetivos e reafirmar que não se tratava de uma avaliação do aluno. Ou seja, acertar ou errar não era o fundamental, o importante era compreender bem os assuntos abordados. Por causa disso, os alunos que tinham maior dificuldade passavam por mais questões.

Sempre foi colocado que o **HGEN** ainda não estava totalmente pronto, aquela era uma fase de testes, pois era muito importante ter a oportunidade de

saber se um sistema como aquele poderia, de fato, contribuir para o processo de aprendizagem dos estudantes e que qualquer dúvida, correção e sugestão seria bem-vinda.

Cada aluno recebia um *login* e uma senha individual para poder utilizar o **HGEN**.

Onde foi possível, o sistema foi instalado em um servidor e os alunos podiam também ter acesso ao **HGEN**, mesmo fora do horário regular de aulas.

Sempre havia um instrutor presente às sessões normais de utilização do **HGEN**. O papel do instrutor era tirar as dúvidas quanto a utilização do **HGEN** e, principalmente, auxiliar os estudantes com o conteúdo abordado. Sempre que era questionado, tinha a preocupação de levar o estudante a repensar a questão e a analisar mais atentamente as alternativas, usando os subsídios oferecidos nas questões anteriores, no glossário e no catálogo de doenças. A resposta correta nunca era dada de imediato.

Embora cada grupo de estudantes tivesse um comportamento específico, todos eles requisitavam bastante a ajuda do instrutor.

A correção explícita das questões era necessária, até mesmo mais para os estudantes. Mas, o mais importante eram as informações fornecidas pelo **HGEN** em cada tela de resposta. O ícone representando o erro não tinha uma caráter punitivo, era uma "linguinha simpática", conforme a definição de um dos alunos.

Os alunos iam para as sessões com cadernos e livros de genética. Faziam muitas anotações. Costumavam discutir com outro(s) estudante(s) antes de responder cada questão e alegravam-se quando acertavam as mesmas.

Muitas sugestões foram feitas pelos alunos. Todas elas foram anotadas e consideradas na reestruturação do **HGEN**. Inclusive, muitos dos problemas na estrutura do **HGEN**, detectados estatisticamente, como será abordado no capítulo VII, foram também percebidos na interação com os estudantes, e isto foi fundamental para indicar como esses problemas poderiam ser corrigidos.

V.6.2. CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

Os primeiros alunos a usarem o **HGEN** foram os alunos do **grupo B**. Estes faziam parte de uma turma de 99 alunos, regularmente matriculados na disciplina Genética Médica II da Unicamp. Esta turma estava dividida em dois grupos. Quando o **HGEN** estava pronto para ser utilizado, um dos grupos já havia tido todas as aulas de Citogenética, mas ainda não havia feito a avaliação sobre este assunto.

Nesta ocasião, porém, o Laboratório de Informática da FCM não oferecia condições técnicas para a instalação e a utilização do **HGEN**. Existiam 10 microcomputadores disponíveis no Laboratório do Núcleo de Informática Biomédica da Unicamp. Desse modo, não seria possível atender todos os alunos e, então, foram solicitados voluntários que, ao invés de responder os roteiros de estudos em sala de aula, usariam o **HGEN**. Dessa turma, apenas dois alunos

ofereceram-se como voluntários e utilizaram o módulo de Citogenética do **HGEN**, numa sessão única.

O outro grupo teve a oportunidade de assistir às aulas de Citogenética e, após cada aula, utilizar o **HGEN** durante três semanas. Novamente, foram solicitados voluntários. Desta vez conseguiu-se cinco. A explicação destes alunos para o fato de não se apresentarem mais voluntários era que, como os roteiros de estudos em classe valiam nota e eram feitos em grupo, o esforço seria menor; no computador e sozinhos, eles tinham mais chances de errar e de ficar com notas baixas. Estes alunos aceitaram o "convite" porque gostavam, realmente, de usar computadores.

A utilização do **HGEN** por esses alunos, usuários experientes de computadores, foi facilmente aprendida. Os estudantes, com o passar das sessões, afirmaram não terem se arrependido da opção e relataram que certamente era mais interessante e melhor estudar Genética Médica com o **HGEN**.

O **HGEN** foi instalado no servidor do Núcleo de Informática Biomédica e os estudantes, com suas senhas específicas, tinham acesso ilimitado ao sistema além dos horários de aulas, dependendo apenas da disponibilidade dos computadores. Todos aqueles cinco alunos voltaram a utilizar o HGEN após terem respondido todas as questões do módulo de Citogenética, fora do horário de aula, para estudar para a prova.

A segunda oportunidade de utilização do **HGEN** aconteceu na FMTM (**grupo C**). Os professores da disciplina de Genética desta Faculdade

possibilitaram esta oportunidade, mas havia um problema básico: não havia computadores – o único disponível era o da Secretaria do Departamento de Genética. Este problema foi solucionado com o transporte de mais três microcomputadores de Campinas-SP para Uberaba-MG.

Na FMTM foi realizada, então, uma verdadeira "maratona" para a utilização do **HGEN**. Durante dois dias os estudantes da disciplina de Genética, que naquela ocasião já haviam, inclusive, feito a prova de Citogenética, foram convidados a utilizar o **HGEN**. Reservou-se um período de duas horas para cada estudante usar o módulo de Citogenética do **HGEN**.

O interesse dos alunos foi grande, a ponto de vários alunos, ao término do período reservado para eles, agendarem novos horários para continuarem a exploração do **HGEN**. Alguns chegaram até a ir jantar em suas residências e retornar à Faculdade, à noite, só por esse motivo.

Nesse grupo, sem qualquer dúvida, foi observada a reação mais inusitada ao uso do **HGEN**: uma estudante que nunca havia tido qualquer tipo de acesso a um computador, literalmente, pulou de susto e felicidade ao ver e ouvir uma animação sobre mitose. Ela nunca imaginou que poderia "ver" e entender como ocorre esse fenômeno. Quando terminou de usar o **HGEN** e voltou para a sala de aula, onde os outros alunos estavam fazendo trabalhos em grupo, ela disse: "não se assustem não, pois este computador fala !".

No segundo semestre de 1997, o **HGEN** começou a ser utilizado, concomitantemente, pelos alunos do **grupo A** e **D**.

O **grupo A** foi assim denominado por ser o único a utilizar os dois primeiros módulos do **HGEN** (Introdução e Padrões de Herança). Seus alunos estavam regularmente matriculados na disciplina Genética Médica I, da Unicamp. Nesta disciplina havia uma divisão em dois grupos e, não obstante todos os alunos terem usado o **HGEN**, apenas os dados de um dos grupos foi utilizado neste trabalho. No outro, os alunos não tiveram aulas dos tópicos de Genética antes da utilização do **HGEN**, por opção do docente responsável por aquele grupo, situação que não condizia com a forma ideal de aplicação do **HGEN**.

O **HGEN** foi instalado num servidor do Laboratório de Informática da FCM e, como no caso do grupo A, os alunos podiam acessá-lo fora do horário de aula. O único inconveniente deste Laboratório era que os computadores não tinham placas de som, o que impossibilitava a perfeita apreciação das animações.

Como esse laboratório contava com 17 microcomputadores, cada grupo foi dividido em dois subgrupos.

Sem dúvida alguma, a utilização do **HGEN** pelo grupo A foi a mais problemática. Ocorreu uma série de problemas:

- em uma das sessões (num total de duas para cada grupo) não foi possível a presença da autora do **HGEN**. Em seu lugar um médico, mestrando em Genética Médica, esteve presente à aula e explicou como o **HGEN** deveria ser usado, conduzindo a utilização, o que ocasionou alguns prejuízos aos alunos;
- queda de energia em uma das sessões;

- problemas na rede local do Laboratório de Informática em duas sessões.

Enfim, todas as sessões foram conturbadas e, além disso, como será discutido posteriormente, o assunto abordado nos dois módulos – Introdução e Padrões de Herança – utilizados pelo grupo A, era menos agradável e mais pobre em ilustrações.

O **grupo D,** formado por alunos da USF, também utilizou o **HGEN** no segundo semestre de 1997. Porém, nele, pela estrutura do programa da disciplina de Genética da USF e pelo tempo disponível, só foi possível a utilização do módulo de Citogenética. A oportunidade oferecida pelo professor responsável pela disciplina e a disponibilidade de um laboratório de informática, grande e bem equipado, foram fundamentais para a conclusão deste trabalho.

Novamente, o **HGEN** foi instalado no servidor do Laboratório de Informática e os alunos puderam ter acesso fora dos horários de aulas. Este grupo utilizou o **HGEN** em cinco sessões, sempre após as aulas. As características mais marcantes do grupo D foram: sua diversidade em relação à familiaridade com o uso do computador e a requisição freqüente do instrutor para a resolução de dúvidas, durante a utilização do **HGEN**.

VI. VALIDAÇÃO DO HGEN

Reeves coloca que o uso de hipermídia em educação tem como objetivo melhorar as condições de ensino e aprendizado, mas não há garantias de que isto sempre ocorra; desse modo, a avaliação é fundamental (REEVES, 1992). Alguns autores relatam que a metodologia de avaliação deve incluir uma avaliação do projeto de interface, do projeto pedagógico e da satisfação do usuário, pois esses aspectos são fundamentais para se prever se um programa atingirá seus objetivos educacionais (HUBER & GIUSE, 1995; HARDIN & PATRICK, 1996; WEIR *et al.*, 1996).

A metodologia utilizada para a validação do **HGEN** incluiu não apenas os aspectos mencionados acima, mas, também, uma validação do software como material didático, uma validação do conteúdo abordado e uma avaliação da estrutura do sistema, a qual será abordada no próximo capítulo.

VI.1. VALIDAÇÃO DO CONTEÚDO

Antes da utilização do **HGEN** pelos alunos, foi feita a validação do conteúdo por especialistas da área de genética. Este tipo de validação é importante. Entretanto, a situação real de uso, com os usuários do sistema, é a única que permite a identificação de todos os tipos de problemas.

Para os especialistas da área, certos conceitos são claros e muitos dados que estão implícitos numa explicação não comprometem seu entendimento. No

entanto, quando apresentamos a mesma explicação para os alunos, a ambigüidade, ou o fato de existirem dados implícitos, dificulta, ou impossibilita, o entendimento e o aprendizado do conceito.

A validação do conteúdo é fundamental, pois ela garante a qualidade do sistema, possibilitando sua ampla utilização.

O conteúdo dos módulos do **HGEN** foi validado, numa versão impressa, para facilitar a correção e documentar esse processo, que ocorreu da seguinte forma:

- ***Módulos Glossário e Catálogo de Doenças***:
  - apreciação do material, realizada na Unicamp, por quatro professores, um pós-graduando e uma residente do Departamento de Genética Médica da Faculdade de Ciências Médicas;
  - apreciação do material, realizada por dois professores de outras instituições.

No caso dos dois módulos acima, o processo de validação foi mais rigoroso, pois se tratava de definições e descrições, com base nas quais as respostas das questões presentes no Módulo de Exercício foram fundamentadas. Daí o porquê da preocupação com a validação dos Módulos Glossário e Catálogo de Doenças, inclusive, com o envio do material para apreciação por profissionais de outras universidades que não a Unicamp.

- ***Módulo de Exercício:***

  - ***Introdução e Padrões de Herança:***

    - apreciação do material, realizada na Unicamp, por um professor do Departamento de Genética Médica da Faculdade de Ciências Médicas.

  - ***Módulo de Exercício – Citogenética:***

    - apreciação do material, realizada na Unicamp, por dois professores e um pós-graduando do Departamento de Genética Médica da Faculdade de Ciências Médicas.

O conteúdo do Módulo de Exercícios não foi encaminhado para avaliadores externos devido à grande quantidade de material: 134 questões, com cerca de 3 telas de respostas específicas para cada uma delas, perfazendo um total de 536 telas de programa. Os eventuais problemas, ou erros existentes no Módulo de Exercícios, puderam ser detectados graças à metodologia de avaliação da estrutura do sistema, usando a análise de freqüência de caminhos percorridos pelos estudantes, dentro do mapa de navegação.

A validação de conteúdo compreendeu, basicamente, dois aspectos:

1º - correção:

- dos conceitos e das informações,
- da exatidão dos dados, do estilo, da clareza;
- eventualmente, dos erros de digitação e de português.

2º - validação:

- da adequação do conteúdo à proposta de cada módulo do software,
- da atualização dos dados,
- da capacidade de despertar o interesse do usuário a que se destina.

As sugestões e correções foram analisadas, detalhadamente, contrastadas com a literatura pertinente e, quando se mostraram procedentes, foram incorporadas ao texto.

VI.2. CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA DE ESTUDANTES BASEADA NA ANÁLISE DOS DADOS DO QUESTIONÁRIO INICIAL

Como foi descrito no capítulo Material e Métodos, os quatro grupos de alunos foram estabelecidos *a priori*. Pôde-se comprovar, posteriormente, através de testes estatísticos, realizados com base nos dados do questionário inicial, que esta subdivisão se fazia necessária, pois os grupos se mostraram heterogêneos e, portanto, seus dados não poderiam ser analisados conjuntamente.

O **HGEN** foi utilizado por um número considerável de estudantes, porém, a análise teve que ser realizada grupo a grupo e, muitas vezes, o número de alunos em cada grupo era muito pequeno (amostras com menos de 20 indivíduos).

Os dados obtidos pela aplicação do questionário inicial permitiram uma caracterização melhor da amostra.

Esses dados foram levantados para serem comparados com os dados do questionário final, cujo objetivo é validar a interface, o funcionamento do **HGEN**, a sua eficiência como material didático e a opinião dos alunos sobre o sistema.

Nas tabelas VI-1 a VI-4 são apresentadas as respostas ao questionário inicial dos alunos dos quatro grupos que utilizariam o **HGEN.**

Na tabela VI-1 pode-se observar que os quatro grupos apresentam tamanhos distintos (30, 7, 18 e 38 alunos, respectivamente). O número maior de estudantes nos grupos A e D pode ser facilmente explicado pelo fato de que, nestes, a utilização do **HGEN** era obrigatória.

Na tabela VI-2 verifica-se os dados sobre a idade dos alunos. A distribuição da idade nos quatro grupos não segue uma distribuição normal e, portanto, foi utilizado um teste não-paramétrico para verificar se existia ou não diferença significativa entre os grupos. Pelo teste de Kruskal-Wallis detectou-se diferença na idade dos quatro grupos ($H=8,80$, $p<0,05$). Dentro dos três grupos que utilizaram o Módulo de Citogenética (grupos B, C e D) não houve diferença na idade ($H=2,19$, $p>0,05$), mas a idade dos alunos do grupo A é maior que a dos demais ($H=6,638$, $p<<0,05$).

Na tabela VI-3 observa-se a freqüência de homens e mulheres dentro dos quatro grupos; houve diferença entre os grupos, decorrente da predominância do sexo feminino no grupo D ($\chi^2_{corr} = 5,71$; G.L.=3; $p>0,05$).

Tabela VI-1–Número de Estudantes que Utilizaram o HGEN em Cada um dos Grupos e Módulo do HGEN Utilizado

	GRUPO A	GRUPO B	GRUPO C	GRUPO D	TOTAL
Instituição de origem	Unicamp	Unicamp	FMTM	USF	
Módulo(s) do **HGEN** utilizado(s)	Introdução e Padrões de herança	Citogenética	Citogenética	Citogenética	
Número de alunos	30 (32,2%)	7 (7,5%)	18 (19,4%)	38 (40,9%)	93

Tabela VI-2 –Idade dos Estudantes que Utilizaram o HGEN

	GRUPO A n=30	GRUPO B n=7	GRUPO C n=18	GRUPO D n=38
$\bar{X}$	21,6	21,29	19,89	20,45
s(x)	2,33	2,36	2,10	4,42
Med	21	21	20	20
Min	18	19	18	18
Maxo	27	25	24	28

Tabela VI-3 –Sexo dos Estudantes que Utilizaram o HGEN

	GRUPO A n=30	GRUPO B n=7	GRUPO C n=18	GRUPO D n=38
Feminino	10 (33,3%)	2 (28,6%)	7 (38,9%)	24 (63,2%)
Masculino	20 (66,7%)	5 (71,4%)	11 (61,1%)	14 (36,8%)

Na tabela VI-4 observa-se as características de cada um dos grupos quanto à familiaridade com o computador, aos seus dispositivos e tipos de programas, além da expectativa quanto ao uso do computador no ensino.

Quanto à familiaridade com o computador, enquanto no grupo B, alunos da Unicamp que foram voluntários, todos referiram familiaridade com o computador, no grupo C, este número era muito pequeno (11,0%); um número intermediário de

alunos (53,3% e 36,8%) referiu familiaridade nos grupos A e D, que não diferiram entre si (χ^2=1,85; G.L.=1; p>0,10).

Os alunos do grupo B, que foram voluntários, provavelmente, preferiram usar o computador a responder roteiros de estudo em classe, justamente por gostarem de usá-lo, especialmente como ferramenta de trabalho.

Com exceção do grupo B, em que nenhum aluno usa o computador há menos de um ano, os demais grupos A, C e D não diferem entre si (χ^2=3,07; G.L.=2; p>0,10); nestes últimos, temos que 30,0%, 55,6% e 39,5% dos alunos, respectivamente, utilizam o computador há menos de um ano.

Os alunos dos grupos A e B (Unicamp) não diferem, significativamente, quanto à freqüência de utilização do computador (χ^2_{corr} = 0,84; G.L.=1; p>0,10), sendo que 43,3% e 91,5% deles utilizam o computador duas ou mais vezes por semana. Os alunos dos grupos C e D também não diferem significativamente quanto à freqüência de utilização do computador (probabilidade exata de Fisher=0,18) e apenas 16,7% e 5,3% deles utilizam o computador duas ou mais vezes por semana. Quando se reune o grupo A ao B e o grupo C ao D e se faz a comparação, percebe-se que há diferença (χ^2=18,88; G.L.=1; p<<0,10), sendo que os alunos da Unicamp referem uma maior freqüência de utilização.

Na Unicamp, o uso do computador é estimulado pelos professores desde o início da graduação, existindo um laboratório específico para a Faculdade de Ciências Médicas. Existem também duas disciplinas extracurriculares oferecidas

semestralmente (muito procuradas): uma sobre a utilização de aplicativos básicos e outra sobre as aplicações do computador na Medicina.

Na FMTM não existem computadores disponíveis para os alunos e na USF o laboratório, embora seja grande e bem equipado, não é específico para os alunos de Medicina, estando disponível para todo o *campus*. Os alunos destas duas universidades referiram que gostam de utilizar o computador basicamente para diversão e pouquíssimos já haviam usado a Internet.

Embora os alunos do grupo A estivessem mais familiarizados com o computador do que os alunos dos grupos C e D, muitos deles só haviam começado a usá-lo em 1997 (ano de uso do **HGEN**), justamente na disciplina de Genética Médica, na qual eram ministradas aulas quinzenais no computador complementares às aulas de bioestatística.

Em todos os grupos os alunos referiram que tinham dificuldade no uso do computador (73,3%, 57,1%, 94,4% e 86,8%, respectivamente), não havendo diferença entre os grupos ($p>0,10$).

Quanto à dificuldade no manuseio do *mouse*, os grupos B, C e D não diferem ($\chi^2_{corr}=0,43$; G.L.=2; $p>0,10$), porém, quando os três grupos, em conjunto, são comparados ao grupo A, é observada uma diferença significativa (probabilidade exata de Fisher=0,00045), no qual um número menor de alunos referiu dificuldades.

Os alunos dos grupos A e B (Unicamp) não diferem quanto à familiaridade com o ambiente de janelas (probabilidade exata de Fisher=0,33), 46,7% e 28,6%

dos alunos, respectivamente, não estão familiarizados com este ambiente; os grupos C e D também não diferem significativamente (probabilidade exata de Fisher=0,26), 83,3% e 71,0% dos alunos, respectivamente, não estão familiarizados com este ambiente. Os alunos dos grupos A e B referiram que estão mais familiarizados com o ambiente de janelas do que os alunos dos grupos C e D (χ^2=9,57; G.L.=1; p<0,10).

Os alunos dos grupos B, C e D não diferem quanto à opinião sobre a leitura na tela do computador (B e C X D – probabilidade exata de Fisher=0,79), nenhum aluno dos grupos B e C e apenas 5,3% dos alunos do grupo D consideram a leitura na tela do computador incômoda, o que diferiu do grupo A em que um número muito maior de alunos (22,6%) considerou incômoda (χ^2_{corr}=9,57; G.L.=1; p<0,10).

A maioria dos alunos, em todos os grupos, gosta de usar o computador como ferramenta de trabalho (77,4%, 100%, 55,5% e 57,9%, respectivamente). Porém, embora os grupos A, C e D não difiram (χ^2=3,26; G.L.=2; p>0,10), no grupo B o número de alunos que utiliza o computador como ferramenta de trabalho foi maior (probabilidade exata de Fisher=0,052).

No caso dos alunos dos grupos A, C e D, que não diferiram (χ^2=1,28; G.L.=2; p>0,10), a maioria dos alunos gosta de usar o computador para diversão (61,3%, 50,0% e 65,8%, respectivamente), porém, no grupo B, este número é menor (χ^2_{corr}=3,90; G.L.=1; p>0,10) (14,3%).

Nos grupos C e D, que não diferiram entre si (χ^2_{corr}=0,046; G.L.=1; p>0,10), poucos alunos (16,7% e 18,4%) estão habituados ao uso do computador para ter acesso à Internet. No entanto, apesar da maioria dos alunos (66,7%) do grupo A e todos os alunos do grupo B referirem que gostam de usar o computador para ter acesso à Internet, estes dois grupos diferem (probabilidade exata de Fisher=0,086).

Os alunos do grupo A referiram que gostavam mais de usar o computador como ferramenta de trabalho do que os dos grupos C e D, provavelmente porque na disciplina de Genética eles tiveram um exemplo de uma aplicação prática, que era o uso de pacotes de análise estatística.

No questionário inicial aplicado ao grupo B, o primeiro a utilizar o **HGEN**, não existiam as perguntas sobre o conceito de hipermídia e *links*. Nos outros grupos, podemos observar que poucos alunos relatam saber o que é hipermídia (22,6%, 14,3% e 2,6%, grupos A, C e D, respectivamente), porém, há uma diferença entre o grupo A e os grupos C e D (χ^2_{corr}=8,35; G.L.=1; p<0,10). O conceito de *links* é bem mais conhecido, 74,2%, 44,4% e 47,4% dos alunos dos grupos A, C e D, respectivamente, sabem o que eles significam. O número de alunos do grupo A que conhece este conceito é maior (χ^2=7,29; G.L.=1; p<0,10) do que os dos grupos C e D, que não diferem entre si (χ^2_r=0,042; G.L.=1; p>0,10).

O conceito de hipermídia e *links* não é muito conhecido em qualquer dos três grupos em que foi perguntado (grupos A, C e D). Mas, no grupo A o número de alunos que conhece estes termos é maior, evidentemente porque eles utilizam

mais o computador e a Internet. Muitos deles sabiam para quê e como utilizar os *links*, mas não conheciam a denominação desta função.

Foi perguntado a todos os alunos, em questão de respostas múltiplas, se o uso do computador poderia facilitar, dificultar, ser indiferente ou tornar mais agradável o processo de ensino-aprendizagem. Nos grupos A e B, alunos da Unicamp, a minoria acredita que o computador pode facilitar o aprendizado (48,4% e 28,6%, respectivamente), mas a maioria acredita que pode torná-lo mais agradável (51,6% e 85,7%, respectivamente). Nos grupos C e D, provenientes das outras duas universidades, a maioria acredita que o computador pode facilitar o aprendizado (61,1% e 63,2%). 38,9% e 52,6% dos alunos acreditam que o computador pode torná-lo mais agradável.

Os alunos da Unicamp consideram, *a priori*, que o computador pode tornar o aprendizado mais agradável, mas nem sempre mais fácil. Nos grupos C e D, menos acostumados ao uso do computador, um número maior de alunos acredita que o computador pode facilitar e tornar o aprendizado mais agradável, pois, evidentemente, o computador representa uma novidade para eles.

Tabela VI-4 – Dados Obtidos com a Aplicação do Questionário Inicial

	GRUPO A n=30	GRUPO B n=7	GRUPO C n=18	GRUPO D n=38
Familiaridade com computador	16 (53,3%)	7 (100%)	2 (11,1%)	14 (36,8%)
Usa o computador há menos de um ano	9 (30,0%)	0 (0%)	10 (55,6%)	15 (39,5%)
Usa o computador duas ou mais vezes por semana	13 (43,3%)	5 (91,5%)	14 (77,8%)	2 (5,3%)
Tem alguma dificuldade no uso do computador	22 (73,3%)	4 (57,1%)	17 (94,4%)	33 (86,8%)
Tem dificuldade no uso do *mouse*	1 (3,3%)	2 (28,6%)	8 (44,4%)	12 (31,6%)
Não está acostumado ao ambiente de janelas	14 (46,7%)	2 (28,6%)	15 (83,3%)	27 (71,0%)
Considera a leitura na tela incômoda	7 (23,3%)	0 (0%)	0 (0,0%)	2 (5,3%)
Usa o computador como ferramenta de trabalho	23 (76,7%)	7 (100%)	10 (55,5%)	22 (57,9%)
Usa o computador para diversão	18 (60,0%)	1 (14,3%)	9 (50,0%)	25 (65,8%)
Usa o computador para ter acesso à Internet	20 (66,7%)	7 (100%)	3 (16,7%)	7 (18,4%)
Sabe o que é hipermídia	7 (25,9%)	-	0 (0,0%)	1 (2,6%)
Sabe o que são *links*	23 (76,7%)	-	8 (44,4%)	18 (47,4%)
Acredita que o computador pode facilitar o aprendizado	14 (46,7%)	2 (28,6%)	11 (61,1%)	24 (63,2%)
Acredita que o computador pode tornar o aprendizado mais agradável	16 (53,3%)	6 (85,7%)	7 (38,9%)	20 (52,6%)

VI.3. ANÁLISE DOS DADOS DO QUESTIONÁRIO FINAL E COMPARAÇÃO DE NOTAS

Não obstante as grandes diferenças entre os alunos dos quatro grupos que utilizaram o **HGEN**, os dados obtidos com a aplicação do questionário final foram muito similares.

VI.3.1. VALIDAÇÃO DA INTERFACE E FUNCIONAMENTO DO SISTEMA

Como descrito no item Metodologia, a interface é um dos elementos fundamentais para garantir o sucesso de um sistema. Isto é válido, especialmente, para o caso de sistemas de ensino em que o computador não pode ser, de maneira alguma, um empecilho no processo de ensino-aprendizagem; pelo contrário, ele deve ser um facilitador.

Também deve ser considerado que, para a realidade brasileira, o número de estudantes familiarizados com o uso de sistemas computadorizados ainda é pequeno. Isto torna necessário que a interface seja "amigável", para minimizar as dificuldades de utilização do sistema.

A validação da interface foi feita utilizando-se o questionário final de validação descrito (Anexo 2 – Questionários de Validação).

Na tabela VI-5 pode-se observar os dados obtidos com a aplicação do questionário final, no que se refere à validação da interface e funcionamento do sistema.

A grande maioria dos estudantes, em todos os grupos, acredita que a quantidade de informações na tela é adequada (93,3%, 100%, 100% e 91,9%, respectivamente) e não foi observada diferença entre eles ($p>0,10$).

A disposição das informações na tela é adequada (90,0%, 100%, 100% e 91,9%), não sendo observada diferença entre os grupos ($p>0,10$).

Todos os alunos dos grupos B, C e D e 93,3% dos alunos do grupo A consideraram a interface do **HGEN** agradável e não foi observada diferença entre os grupos ($p>0,10$).

A importância dada ao planejamento e ao desenvolvimento da interface do **HGEN** foi justificada com os resultados obtidos, pois apesar de muitos alunos terem pouca ou nenhuma familiaridade com o computador, foram capazes de usar o **HGEN** sem dificuldade e a grande maioria considerou a interface agradável, a quantidade e a disposição das informações nas telas adequadas, e a operação do sistema fácil.

Na literatura, vários autores (KNIGHT, 1992; MAULDIN, 1996; JAIN, 1997) colocam que a validação da interface é fundamental e que ela tem que ser altamente consistente para permitir que o sistema possa ser amplamente utilizado por todos os estudantes, inclusive os sem experiência prévia em computação (KUSHNIRUK *et al.*, 1996). Reeves acrescenta ainda que, como uma biblioteca sem metodologia de classificação adequada, um programa multimídia sem uma interface adequada será apenas uma coleção de dados em diferentes meios (REEVES, 1992).

A definição de áreas funcionais e de padrões para a apresentação das questões, das ilustrações e de todo o conteúdo em todos os Módulos do **HGEN** garantiu uma consistência na interface, que contribuiu para a facilidade de uso e a velocidade para aprender a operar o sistema, o que está de acordo com o descrito na literatura (KUSHNIRUK *et al.*, 1996).

As instruções do **HGEN** foram consideradas claras para 90,0%, 100%, 94,1% e 94,6% dos alunos, respectivamente, não havendo diferença entre os quatro grupos (p>0,10).

Todos os alunos dos grupos B, C e D e 93,3% dos alunos do grupo A acreditam que os resultados das operações do **HGEN** ocorrem como esperado freqüentemente ou sempre, não sendo observada diferença entre os quatro grupos (p>0,10).

A velocidade para aprender a operar o sistema foi considerada rápida por 86,2%, 100%, 94,1% e 94,6% dos alunos, respectivamente; não há diferença entre os grupos B, C e D (probabilidades exatas de Fisher=0,69 e 0,76, grupo C X D e grupos C e D X B), mas quando se agrupa estes três e se contrasta com o grupo A, observa-se que há diferença (probabilidade exata de Fisher=0,082).

A velocidade para aprender a operar o sistema foi rápida. Entretanto, no grupo A, um número maior de alunos considerou que esta velocidade foi baixa. Os alunos deste grupo utilizaram o **HGEN** em duas sessões (obrigatórias); numa delas houve uma queda de energia e a utilização ficou prejudicada; além disso, a autora do sistema só esteve presente em uma das sessões e as explicações iniciais de utilização foram transmitidas por um pós-graduando, que não estava totalmente familiarizado com o sistema.

Todos os alunos dos grupos A, B e C e 91,9% dos alunos do grupo D consideraram o acesso à ajuda fácil. Quando se reune os grupos A, B e C e se contrasta com o D, observa-se que há diferença (probabilidade exata de Fisher=0,071).

Todos os alunos, com exceção de três do grupo D, acharam que o acesso à ajuda foi fácil. Provavelmente, os alunos do grupo D confundiram o sistema de ajuda do **HGEN**, com a disponibilidade de uma pessoa, no caso a autora, para tirar dúvidas de Genética e auxiliar na resposta às questões. Todos os alunos que usaram o sistema de ajuda do **HGEN** consideraram as telas claras. Todos os estudantes, de todos os grupos, consideraram a operação do sistema fácil e as telas de ajuda do **HGEN** claras.

Além de questionários, vários autores (REEVES, 1992; MAULDIN, 1996; WEIR *et al.*, 1996; JAIN, 1997) utilizam a observação sistemática dos usuários durante a utilização do sistema.

A autora do **HGEN** observou e esteve presente na maioria das sessões de utilização do sistema, entretanto, devido ao grande número de alunos e devido às diferentes universidades envolvidas na fase de testes, não foi realizada a avaliação sistemática. Além disso, muitos alunos usaram o **HGEN** fora do horário de aula, inclusive após terem respondido todas as questões do Módulo, para revisar a matéria e para estudar para a prova. No caso do grupo D, inclusive, 11 alunos entraram, por curiosidade, no tópico sobre citogenética do câncer que não estava incluído no programa da disciplina de genética da USF.

Tabela VI-5 – Dados Obtidos com a Aplicação do Questionário Final – Validação da Interface e do Funcionamento do Sistema

	GRUPO A n=30	GRUPO B n=5	GRUPO C n=17	GRUPO D n=37
Acreditam que a quantidade de informações na tela é adequada	28 (93,3%)	5 (100%)	17 (100%)	34 (91,9%)
A disposição é adequada	27 (90,0%)	5 (100%)	17 (100%)	34 (91,9%)
Interface é agradável	28 (93,3%)	5 (100%)	17 (100%)	37 (100%)
As instruções do sistema são claras	27 (90,0%)	5 (100%)	16 (94,1%)	35 (94,6%)
Os resultados ocorrem como esperado, freqüentemente ou sempre	28 (93,3%)	5 (100%)	17 (100%)	37 (100%)
A operação do sistema é fácil	30 (100%)	5 (100%)	17 (100%)	37 (100%)
A velocidade para aprender a operar o sistema é rápida	25 (86,2%)	5 (100%)	16 (94,1%)	35 (94,6%)
As telas de ajuda do sistema são claras	30 (100%)	5 (100%)	17 (100%)	37 (100%)
O acesso à ajuda é fácil	29 (100%)*	5 (100%)	17 (100%)	34 (91,9%)

*apenas 29 respostas nesta questão.

VI.3.2. VALIDAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO SISTEMA COMO MATERIAL DIDÁTICO

Na literatura, alguns autores colocam que há a necessidade da validação do software educativo como material didático (KNIGHT, 1992; ROCHA & CAMPOS, 1993; GLENN, 1996; MAULDIN, 1996), entretanto Hardin e Patrick concordam que não existe uma metodologia padronizada e uma terminologia comum para a realização desta validação (HARDIN & PATRICK, 1996).

Nessa fase, foi validada a influência do **HGEN** no processo de ensino-aprendizagem e sua eficiência como material didático da seguinte maneira:

- através da comparação do desempenho dos estudantes, que utilizaram e os que não utilizaram o sistema, nas provas regulares da disciplina de Genética Médica (apenas do grupo D);
- através de um questionário de validação subjetivo, que foi preenchido pelos estudantes (Anexo 2 – Questionários de Validação).

Muitos autores fazem a validação, apenas, através da comparação dos resultados obtidos em provas de conhecimento da matéria por grupos de estudantes, definidos de forma aleatória, que têm à sua disposição ferramentas pedagógicas diferentes – aula expositiva ou livro-texto ou sistemas computadorizados – e observam se o uso destes sistemas influencia o aprendizado (DUGUID, 1995; FASCE *et al.*, 1995; FLORANCE *et al.*, 1995; HOOPER *et al.*, 1995; HUBER & GIUSE, 1995; JAFFE & LYNCH, 1995; KHADRA *et al.*, 1995; SANTER *et al.*, 1995; WAUGH *et al.*, 1995; FRIBY *et al.*, 1996).

VI.3.2.1. COMPARAÇÃO DAS NOTAS NAS PROVAS DA DISCIPLINA DE GENÉTICA

Segundo a literatura a comparação das notas indica que o uso de programas educativos pode contribuir para o processo de ensino-aprendizagem.

Apenas no grupo D, da USF, foi possível realizar a comparação entre as notas dos alunos que usaram ou não o **HGEN**.

Nessa Universidade, a disciplina de Genética é oferecida semestralmente. Os alunos do 1º ano de Medicina matriculam-se nela, mas metade da turma (alunos com registro acadêmico ímpar) cursa a disciplina no 1º semestre (1º

período) e a outra metade (alunos com registro acadêmico par) cursa no 2º semestre (2º período) havendo, portanto, uma distribuição aleatória da turma.

Somente os alunos que cursaram a disciplina de genética no 2º semestre (38) tiveram a oportunidade de utilizar o **HGEN**, pois foi apenas neste período que houve a possibilidade de aplicação do sistema na USF-Bragança.

Todos os alunos tiveram aula com o mesmo professor e sobre o mesmo conteúdo programático. A metodologia de avaliação e o conteúdo avaliado foram idênticos nas duas turmas. Houve diferença entre a nota das duas turmas ($H=3,33$; $G.L.=1$; $p<0,10$), de tal forma que a média das notas foi significativamente maior entre os alunos que usaram o **HGEN**. Entretanto, não é possível descartar a possibilidade de as turmas sejam diferentes.

Na tabela VI-6 e na Figura VI-1 pode-se observar a média, o desvio padrão, a mediana, a nota mínima e máxima e distribuição das notas na prova de Citogenética dos alunos das duas turmas da USF.

Tabela VI-6 – Média, Desvio Padrão, Mediana, Nota Mínima e Nota Máxima nas duas Turmas da Disciplina de Genética da USF-Bragança

Turma	$\bar{X}$	s(x)	med.	min.	max.
Ímpares – 1º semestre – não usaram o **HGEN** (n=44)	5,25	2,09	5	1	10
Pares – 2º semestre – usaram o HGEN (n=38)	5,92	1,10	6	4	7,5

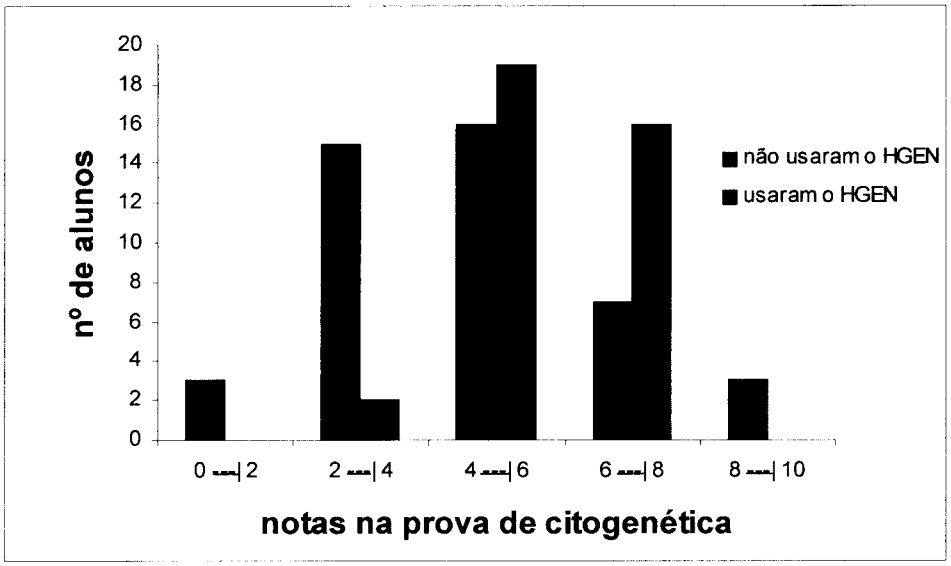


Figura VI-1 – Distribuição das Notas dos Dois Grupos de Alunos da USF

VI.3.2.2. ANÁLISE DOS DADOS DO QUESTIONÁRIO FINAL

As perguntas do questionário final de validação, que tratam da validação do software como material didático, foram baseadas no modelo de validação de material didático descrito por Nérice (NÉRICE, 1987).

Na tabela VI-7 pode-se observar os dados obtidos com a aplicação do questionário final, no que se refere à validação da eficiência do **HGEN** como material didático.

A aplicabilidade dos conceitos de Genética, que normalmente não é muito conhecida pelos alunos (SOUZA *et al.*, 1996), ficou mais clara com a utilização do **HGEN** em todos os grupos (100,0%, 100,0%, 100,0% e 81,1%). Quando se compara os grupos A, B e C com o grupo D, formado por alunos do segundo período do curso de Medicina e que, portanto, não tiveram qualquer contato com a

clínica, observa-se que há uma diferença significativa (probabilidade exata de Fisher=0,0015).

Os assuntos tratados foram considerados relevantes sempre para 60,0%, 60,0%, 88,2% e 80,6% dos alunos nos respectivos grupos; entre os grupos A e B não há diferença (probabilidade exata de Fisher=0,69) e nem entre os grupos C e D (probabilidade exata de Fisher=0,32); porém, quando se reune os grupos dois a dois (A e B X C e D), observa-se que há diferença (χ^2=4,98; G.L.=1; p<0,10). A diferença observada entre estes grupos pode ser explicada pela Universidade de origem dos estudantes. Os alunos do grupo A e B são da Unicamp, que durante a utilização do **HGEN** se mostraram mais críticos e menos receptivos quando comparados aos estudantes das outras universidades.

Todos os alunos acreditam que a apresentação de dados clínicos contribuiu para o interesse pela disciplina de Genética e a apresentação de fotos de pacientes foi considerada necessária por 56,7%, 80,0%, 82,4% e 75,7%, mas interessante por apenas 42,9%, 60,0%, 35,3% e 35,1% dos estudantes, justificando a utilização deste tipo de material para exemplificar os tópicos de Genética Básica, que foram implementados através da construção do Módulo Catálogo de Doenças, que despertou grande interesse nos alunos. Além disso, nenhum estudante considerou chocante a apresentação de fotos de pacientes.

Os *links* existentes no **HGEN** foram considerados adequados muitas vezes ou sempre por 90,0%, 100%, 94,1% e 97,3% dos alunos, e não houve diferença significativa entre os grupos (p>0,10). Isto mostra que o uso da hipermídia no **HGEN** foi adequado.

Os mesmos *links* foram considerados úteis muitas vezes ou sempre por 90,0%, 100%, 88,2% e 100% dos alunos; os grupos A e C não diferiram entre si (probabilidade exata de Fisher=0,60), mas nesses dois grupos um número menor de alunos, do que os alunos dos grupos B e D, considerou os *links* úteis (probabilidade exata de Fisher=0,037). É importante lembrar que o número de *links* nos módulos (Introdução e Padrões de Herança) usados pelo grupo A era muito menor do que no módulo de Citogenética usado pelos demais grupos e que o alunos do grupo C já tinham tido todas as aulas de citogenética, incluindo a avaliação sobre este assunto, antes da utilização do **HGEN** .

A integração dos três módulos do **HGEN** foi considerada adequada (90,0%, 100%, 100% e 83,8%), importante (80,0%, 100%, 100% e 70,3%) e interessante (80,0%, 100%, 100% e 67,6%). Todos os alunos dos grupos B e C referiram as mesmas opiniões sobre a integração dos módulos. Esse número foi menor entre os alunos de A e D, que não diferiram entre si (probabilidade exata de Fisher=0,36; χ^2=0,83; G.L.=1; p>0,10; χ^2=1,30; G.L.=1; p>0,10, respectivamente). Houve diferença quando se compara os grupos A e D com B e C agrupados (probabilidades exatas de Fisher=0,057; 0,0055; e 0,0039, respectivamente).

No questionário de validação existe uma única pergunta sobre a integração dos módulos, dividida em três partes – adequação, importância e interesse. Na ocasião do preenchimento do questionário final pelos alunos dos grupos B e C, a autora do sistema e dos questionários estava presente e pôde explicar, detalhadamente, como deveriam ser respondidas as questões. Nos grupos A e D, os questionários finais de validação foram aplicados por terceiros.

A possibilidade de acesso ao Módulo Glossário, a qualquer momento, foi importante para os estudantes, possibilitando que estes se aprofundassem nos assuntos que julgassem necessários ou interessantes.

A qualidade das ilustrações foi considerada boa por 86,2%, 66,7%, 100% e 91,9% dos alunos. A presença delas facilitou o aprendizado para 53,6%, 60%, 58,8% e 62,2% deles e tornou este processo mais agradável, comprovando a importância da utilização de recursos audiovisuais e das animações para explicar e exemplificar os conceitos abordados.

A maioria dos alunos considera que o uso do **HGEN** facilita o aprendizado (75,9%, 100%, 94,1% e 97,3%). Não houve diferença entre os grupos C e D (probabilidade exata de Fisher=0,53) e nem entre estes dois grupos e o grupo B (probabilidade exata de Fisher=0,84), mas o número de alunos do grupo A que referiu esta opinião foi menor (apenas 29 alunos responderam esta pergunta) (probabilidade exata de Fisher=0,0051). A diferença do grupo A com os demais grupos, novamente, deve ser decorrente dos módulos do **HGEN** utilizados, que abordam um assunto muito mais árido.

A definição de conceitos de Genética Básica e o estudo dos Padrões de Herança são assuntos muito mais cansativos e repetitivos. O estudo dos Padrões de Herança envolve, inclusive, conhecimentos matemáticos e estatísticos que não despertam grande interesse nos estudantes de Medicina, como referido na avaliação da disciplina Genética Médica I da Unicamp, que inclui Bioestatística e estes dois módulos de Genética Médica. O conteúdo abordado no Módulo de

Citogenética permite a apresentação de mais dados clínicos e de um número muito maior de ilustrações do que nos outros dois módulos.

Muitos autores relatam que os dados da validação indicam que a utilização de sistemas computadorizados pode influenciar o processo de ensino-aprendizagem (ELIOT *et al.*, 1996; MARS & McLEAN, 1996). No caso do **HGEN**, 71,4%, 80%, 76,5% e 78,4% dos alunos consideraram que o uso do **HGEN** torna o processo ensino-aprendizagem mais rápido; 85,7% (de 28 alunos), 100%, 82,4% e 81,1% consideraram que o **HGEN** torna este processo mais interessante e para 77,8% (de 27 alunos), 100%, 82,4% e 67,6% o processo fica mais agradável com o uso do **HGEN**. Não houve diferença entre os grupos em nenhuma destas questões ($p>0,10$).

Todos os alunos consideraram adequada a utilização do **HGEN** como auxiliar às aulas, mas um número muito pequeno acredita que seria possível usar o **HGEN** sem aulas (26,7%, 40,0%, 5,9% e 18,9%), o que está de acordo com a proposta de desenvolvimento e utilização do sistema, criado para estar integrado a uma disciplina. No grupo C, no qual todos os alunos utilizaram o **HGEN** muito depois de terem visto os tópicos abordados na disciplina e após terem feito a prova de citogenética, esta opinião ficou ainda mais clara, pois nele apenas um aluno referiu que seria possível utilizar o sistema sem aulas.

Tabela VI-7 – Dados Obtidos com a Aplicação do Questionário Final – Validação da Eficiência do Sistema Como Material Didático

	GRUPO A n=30	GRUPO B n=5	GRUPO C n=17	GRUPO D n=37
O uso do **HGEN** torna a aplicabilidade dos conceitos de genética mais clara	30 (100%)	5 (100%)	17 (100%)	30 (81,1%)
Os assuntos tratados são relevantes sempre	18 (60,0%)	3 (60,0%)	15 (88,2%)	29 (80,6%)
A apresentação de dados clínicos contribui para o interesse	30 (100%)	5 (100%)	17 (100%)	37 (100%)
A apresentação de fotos de paciente é necessária	17 (56,7%)	4 (80,0%)	14 (82,4%)	28 (75,7%)
A apresentação de fotos de paciente é interessante	12 (40,0%)	3 (60,0%)	6 (35,3%)	13 (35,1%)
A apresentação de fotos de paciente é chocante	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
Os *links* são adequados muitas vezes ou sempre	27 (90,0%)	5 (100%)	16 (94,1%)	36 (97,3%)
Os *links* são úteis muitas vezes ou sempre	27 (90,0%)	5 (100%)	15 (88,2%)	37 (100%)
A integração dos três módulos é adequada	27 (90,0%)	5 (100%)	16 (100%)	31 (83,8%)
A integração dos três módulos é importante	24 (80,0%)	5 (100%)	16 (100%)	26 (70,3%)
A integração dos três módulos é interessante	24 (80,0%)	5 (100%)	16 (100%)	25 (67,6%)
A qualidade das ilustrações é boa	25 (86,2%)[1]	2 (66,7%)[2]	17 (100%)	35 (91,9%)
O uso do **HGEN** facilita o aprendizado	22 (75,9%)[1]	5 (100%)	16 (94,1%)	36 (97,3%)
O uso do **HGEN** torna o aprendizado mais rápido	20 (71,4%)[3]	4 (80%)	13 (76,5%)	29 (78,4%)
O uso do **HGEN** torna o aprendizado mais interessante	24 (85,7%)[3]	5 (100%)	14 (82,4%)	30 (81,1%)
O uso do **HGEN** torna o aprendizado mais agradável	21 (77,8%)[4]	5 (100%)	14 (82,4%)	25 (67,6%)
As ilustrações facilitam o aprendizado	15 (53,6%)[3]	3 (60%)	10 (58,8%)	23 (62,2%)
A utilização do **HGEN** como auxiliar às aulas é adequada	29 (100%)[1]	5 (100%)	17 (100%)	37 (100%)
Seria possível usar o **HGEN** sem aulas	8 (27,6%)[1]	2 (40,0%)	1 (5,9%)	7 (18,9%)

[1] 29 alunos; [2] 3 alunos; [3] 28 alunos; [4] 27 alunos.

A opinião dos alunos sobre a utilização do **HGEN** está apresentada na tabela VI-8. De acordo com ela, houve uma maior freqüência de citação dos aspectos positivos do **HGEN**. A utilização do **HGEN** foi considerada: interessante (70,0%, 100%, 82,2% e 70,3%), útil (20,0%, 60,0%, 47,0% e 43,2%), agradável (26,7%, 80,0%, 58,8% e 54,0%) e importante (13,3%, 40,0%, 47,0% e 35,1%). Nenhum estudante ficou indiferente à utilização do **HGEN** e apenas um aluno (3,3%) do grupo A considerou a utilização monótona. Alguns estudantes dos grupos A, B e C acharam a utilização cansativa (16,7%, 20,0%, 17,6%). O do grupo B e os três do grupo C que consideraram isso, utilizaram o **HGEN** numa sessão única, respondendo todas as perguntas do Módulo de Citogenética de uma só vez.

Tabela VI-8 – Dados Obtidos com a Aplicação do Questionário Final – Opinião dos Alunos sobre a Utilização do HGEN

	GRUPO A n=30	GRUPO B n=5	GRUPO C n=17	GRUPO D n=37
Usar o **HGEN** foi interessante	21 (70,0%)	5 (100%)	15 (82,2%)	26 (70,3%)
Usar o **HGEN** foi agradável	8 (26,7%)	4 (80,0%)	10 (58,8%)	20 (54,0%)
Usar o **HGEN** foi cansativo	5 (16,7%)	1 (20,0%)	3 (17,6%)	0 (0,0%)
Usar o **HGEN** foi monótono	1 (3,3%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
Usar o **HGEN** foi indiferente	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
Usar o **HGEN** foi útil	6 (20,0%)	3 (60,0%)	8 (47,0%)	16 (43,2%)
Usar o **HGEN** foi importante	4 (13,3%)	2 (40,0%)	8 (47,0%)	13 (35,1%)

VI.4. ANÁLISE DO ARQUIVO DE LOG

Além dos dados dos questionários, os arquivos de registros de todos os alunos, de todos os grupos, também foram analisados.

Na tabela VI-9 pode-se observar os principais dados extraídos deste arquivo. Nessas tabelas a média (x), o desvio padrão (s(x)), a mediana (med), o mínimo (min) e o máximo (max), sobre tempo de utilização do **HGEN**, número de questões e porcentagem de acerto.

Os números mínimo e máximo de perguntas possíveis no Módulo de Introdução são 11 e 16, respectivamente; no Módulo de Padrões de Herança são 33 e 51, respectivamente; e no Módulo de Citogenética, incluindo todas as perguntas, são 56 e 67, respectivamente.

O grupo D não respondeu o último livro, que trata de citogenética do câncer, pois este tópico não consta na ementa da disciplina de Genética da USF. Dessa maneira, os números mínimo e máximo de questões, sem o referido livro, passou a ser 50 e 61, respectivamente.

O número de questões respondidas pelos alunos variou em todos os grupos (46 a 53, no grupo A; 58 a 64, no grupo B; 58 e 62, no grupo C; e 50 a 61, no grupo D). Só puderam ser comparados os números de questões do grupo B com o grupo C, pois foram os únicos que fizeram o mesmo Módulo incluindo todas as questões, já que o grupo D não fez o livro sobre citogenética do câncer. Nestes dois grupos não houve diferença entre o número de questões ($t=0,8425$; $p>0,10$).

Pôde-se observar uma diferença no tempo de utilização do **HGEN** entre os quatro grupos ($F=16,13$; $p<<0,001$). Esta diferença ainda é significativa quando se compara apenas os grupos que utilizaram o Módulo de Citogenética ($F=21,73$; $p<<0,001$), o que mostra que cada aluno pôde usar o sistema e seus recursos da forma que melhor lhe conveio e obedecendo ao seu ritmo próprio.

A diferença entre a porcentagem de acerto não foi significativamente diferente entre os três grupos que utilizaram o Módulo de Citogenética (grupos B, C e D) ($F=0,65$; $p>0,10$). Mas o grupo A, que utilizou os Módulos de Introdução e de Padrões de Herança, teve uma média de acerto significativamente mais baixa que os três primeiros em conjunto ($t=-2,56$; $p<0,10$).

Tabela VI-9 – Dados Quantitativos Obtidos Através da Análise dos Arquivos de *Log* do HGEN – Média, Desvio Padrão, Mediana, Mínimo e Máximo

	GRUPO A					GRUPO B					GRUPO C					GRUPO D				
	$\overline{x}$	s(x)	med	min	Max	$\overline{x}$	s(x)	med	min	max	$\overline{x}$	s(x)	med	min	max	$\overline{x}$	s(x)	med	min	max
Tempo de utilização (minutos)	249,1	77,4	230	164	378	146,5	61,2	151	61	246	110,8	39,2	108,5	50	169	285,4	99,9	262	127	468
Número de questões	50,0	3,0	50,5	46	53	60,2	2,0	60	58	64	60,8	1,2	61	58	62	54,7	2,9	54	50	61
% de acerto	73,9	9,0	75,8	52,8	87,5	83,3	7,4	86,3	70,7	89,8	77,9	7,9	78,6	61,3	90,2	79,6	10,8	81,9	48,6	100

VII. AVALIAÇÃO DA ESTRUTURA DO HGEN

A avaliação da estrutura do **HGEN** foi feita através da análise de freqüência dos caminhos percorridos no mapa de navegação (Anexo 3 – Mapa de Navegação Completo do **HGEN**).

Após a análise de freqüências dos caminhos percorridos no mapa de navegação, foram realizados testes de Qui-quadrado corrigido (correção de Yates) para indicar as questões que foram, ou não, respondidas ao acaso. O teste de Qui-quadrado deve ser encarado apenas como uma indicação, pois na maior parte das questões analisadas, grupo a grupo, o tamanho da amostra era muito pequeno e em muitas caselas apresentavam um valor esperado menor que cinco, o que, segundo a literatura, não são condições ideais para a aplicação deste teste (ROESCOE, 1975; CAMPOS, 1979; BEIGUELMAN, 1991).

O teste de Qui-quadrado corrigido foi utilizado mesmo em condições não ideais, pois era o único aplicável em uma amostra com aquelas características que poderia indicar, na análise das questões, aquelas que apresentavam problemas, como veremos a seguir.

Na aplicação de questionários de múltipla escolha, organizados num grau de dificuldade crescente e com a estrutura como a do **HGEN**, espera-se que o aluno acerte as questões, dado que o conhecimento está sendo construído em etapas lógicas e baseadas no conhecimento adquirido nas questões anteriores. Assim, quando a freqüência da alternativa correta em uma questão foi,

significativamente maior que as freqüências das alternativas erradas, a questão foi considerada adequada, pois o objetivo do sistema era que o estudante aprendesse e respondesse corretamente.

Por outro lado, as questões respondidas ao acaso ou as questões nas quais as freqüências de alternativas erradas foram significativamente maiores que a freqüência de alternativa correta, poderiam indicar algum tipo de problema. Estas questões foram avaliadas quanto à adequação do seu enunciado, de suas alternativas e de suas ilustrações, de sua localização no mapa de navegação e da forma como o tópico estava sendo abordado dentro ou fora do **HGEN**.

O Módulo de Introdução e o Módulo de Padrões de Herança foram utilizados por apenas um grupo (grupo A) com 30 estudantes. Apenas 8 alunos terminaram o Módulo de Padrões de Herança. Dessa maneira, em muitas questões pelas quais nem todos os alunos passam, ou seja, naquelas em que há desvios no mapa de navegação, de acordo com as respostas prévias de cada aluno, e nas questões finais do Módulo de Padrões de Herança, o tamanho da amostra foi muito pequeno (menor que 20 alunos). A avaliação dos dois módulos será complementada posteriormente, para que uma análise mais refinada possa ser feita.

As questões apresentadas em verde são aquelas que foram respondidas ao acaso, e foram discriminadas, pois nem todos os alunos passam por elas. Dentre as questões que todos os alunos têm que passar e que foram respondidas ao acaso, estão as apresentadas em azul que representam as questões respondidas ao acaso em amostras com menos de 20 indivíduos; e as questões apresentadas

em magenta que foram respondidas ao acaso, mesmo em amostras maiores (mais de 20 indivíduos).

As questões apresentadas em vermelho são aquelas que tiveram uma freqüência significativa maior nas alternativas erradas em pelo menos um grupo.

Analisando os dados do grupo A no Módulo de Introdução, 2 questões (4 e 5) foram respondidas ao acaso e 1 questão (1) teve uma freqüência significativa maior em uma das alternativas erradas.

Analisando-se os dados do mesmo grupo A, no Módulo de Padrões de Herança, encontra-se 21 questões (27, 63, 65, 66, 67, 68, 71, 80, 81, 82, 23, 101, 104, 108, 109, 110, 111, 112, 114, 115 e 119) que foram respondidas ao acaso e 2 questões (51 e 77) que tiveram uma freqüência significativa maior nas alternativas erradas.

No Módulo de Citogenética, usado por três grupos, B, C e D, 38 questões foram respondidas ao acaso (301, 309, 314, 316, 317, 297, 298, 321, 322, 324, 325, 326, 327, 328, 331, 333, 334, 335, 337, 339, 341, 343, 344, 345, 346, 349, 350, 351, 353, 354, 355, 357, 358, 360, 366, 367, 368 e 370). As questões 335, 346 e 360 foram respondidas ao acaso em um dos grupos e tiveram uma freqüência significativa maior nas alternativas erradas.

Todas as questões acima foram verificadas. Mas em muitas delas não foi identificado qualquer problema e, provavelmente, o pequeno tamanho da amostra deve ter sido o responsável pelo valor de Qui-quadrado corrigido menor que o Qui-quadrado crítico, indicando que aquela questão havia sido respondida ao acaso.

Puderam ser detectados, basicamente, dois tipos de problemas nas questões:

- Problemas **conceituais** referentes:
  - a deficiência do próprio **HGEN**, indicando a necessidade da inserção de uma nova *interpage* e/ou de mais perguntas ou de uma explicação mais elaborada em uma *interpage* já existente;
  - a mudança de um determinado conceito ao longo do tempo;
  - a dificuldade inerente de um assunto, indicando que ele deveria ser melhor trabalhado, inclusive dentro da sala de aula;
  - a falta de contato prévio dos estudantes com um determinado tema.
- Problemas na **construção** das questões referentes:
  - a enunciado incompleto ou ambíguo;
  - a ilustração inadequada ou não muito explícita;
  - a alternativas inadequadas ou ambíguas.

Na tabela VII-1 pode ser observado o número total de questões com os dois tipos de problemas detectados em cada módulo do **HGEN**.

Tabela VII-1 – Tipos de Problemas Detectados pela Avaliação da Estrutura do HGEN

Módulo	Construção	Conceito
Introdução	0	2
Padrões de Herança	7	3
Citogenética	5	7
Total	**12**	**12**

Na tabela VII-2 pode ser observado o número de questões respondidas ao acaso e com desvio para uma alternativa errada em cada módulo.

Tabela VII-2 – Forma de Detecção dos Problemas na Avaliação da Estrutura do HGEN

Módulo	Ao acaso	Erro
Introdução	0	2
Padrões de Herança	9	1
Citogenética	9	3
Total	**18**	**6**

A seguir, serão descritas todas estas questões, explicitando-se o problema encontrado.

Sempre que o problema foi localizado na construção da questão ela foi corrigida. Os problemas conceituais foram minimizados com a alteração do mapa de navegação, com a inclusão de informações mais detalhadas ou até com a inclusão de novas telas.

A questão 1 não foi respondida ao acaso e teve um desvio significativo para a alternativa errada (χ^2_{corr}=12,38; G.L.=3; p<0,10), enquanto que as questões 4 e 5 foram respondidas ao acaso (χ^2_{corr}=2,85; G.L.=2; p>0,10 e χ^2_{corr}=0,21; G.L.=1; p>0,10, respectivamente). As três questões tratam de conceitos fundamentais em

Genética. A questão número 1 aborda a definição de um caráter geneticamente determinado; a questão 4, a possibilidade de um caráter geneticamente determinado não ser herdado; e a questão 5, a relação entre caráter congênito e geneticamente determinado.

A alta freqüência – 16 alunos (51,6%) – na alternativa B errada da questão 1, que define um caráter geneticamente determinado como um caráter que foi herdado, mostra a importância desta pergunta para esclarecer que existem caracteres geneticamente determinados que não foram herdados, mas que são resultado de uma mutação "de novo".

Na questão 4, a maioria dos estudantes – quatro (80,0%) – escolheu a alternativa correta: entretanto apenas cinco estudantes passaram por esta questão, de tal modo que, embora quatro tenham acertado, o desvio não foi significativo.

No caso da questão 5, dos 19 alunos, a maioria – 11 (57,9%) – escolheu a alternativa A errada, que diz que um caráter geneticamente determinado pode ser considerado congênito, e apenas 8 (42,1%) escolheram a alternativa B correta. Mas é fundamental a presença desta pergunta para esclarecer que existem muitas doenças geneticamente determinadas de manifestação tardia e que, portanto, não são congênitas, conceituando que congênito significa, simplesmente, presente ao nascimento.

A definição completa de caracteres geneticamente determinados, incluindo a definição de caracteres congênitos, hereditários e qual a participação de fatores ambientais nos caracteres geneticamente determinados, é fundamental num curso

de Genética. Mereceu um cuidado todo especial a elaboração de uma estrutura de navegação complexa e ramificada, para que cada estudante pudesse passar e obter a definição destes conceitos de acordo com seu conhecimento prévio, podendo aprender com seu erro. No mapa de navegação completo (Anexo 3), pode ser observada a referida estrutura ramificada que inclui as questões de 1 a 6.

A questão 51 apresenta um heredograma de uma doença com padrão de herança autossômico recessivo e pede para o estudante determinar o padrão de herança e, então, escolher quais das características, expostas nas alternativas, correspondem a este tipo de herança. A questão não foi respondida ao acaso (χ^2_{corr}=32,65; G.L.=4; p<0,10) e apenas duas alternativas foram escolhidas: a alternativa C errada, por 14 alunos (56,0%); e a E correta, por 11 alunos (44,0%). A alternativa C é a única que pode ser observada no heredograma de exemplo e diz que um casal de afetados só tinha filhos afetados. As alternativas A, B e D colocam outras características relacionadas à herança autossômica recessiva (genitores de indivíduos afetados normalmente não são afetados; genitores normais, que já possuem um filho anômalo, têm 25% de probabilidade de gerar um outro filho afetado; observação de alta freqüência de casais consangüíneos entre os genitores de filhos afetados). A alternativa E (correta) diz que todas as alternativas anteriores condizem com um padrão de herança autossômico recessivo. O enunciado da questão não está claro, e a dúvida dos estudantes ao responderem esta pergunta é que eles achavam necessário que todas as características descritas nas alternativas fossem observadas no heredograma de exemplo.

As questões 63, 65 e 66 fazem parte do conjunto sobre reconhecimento de padrões de herança que tem no total 16 questões; no momento em que o aluno acerta 8 questões ele sai deste conjunto. Assim, nem todos os estudantes passam por estas questões, que são a 9ª, a 11ª e a 12ª questões do conjunto, respectivamente, e que foram respondidas ao acaso (χ^2_{corr}=0,84; χ^2_{corr}=1,58; χ^2_{corr}=2,85; todas elas com G.L.=2 e p>0,10).

A questão 63 apresenta um heredograma de uma família com deficiência de OTC (ornitina transcarboxilase), que é uma doença com padrão de herança ligado ao X dominante. O heredograma apresentado não é claro o suficiente para permitir que o estudante determine corretamente este padrão, de tal modo que 8 alunos (47,1%) escolheram a alternativa A correta, 4 (23,5%) escolheram a alternativa B errada, que diz que o padrão era autossômico dominante, e 3 (29,4%) escolheram a alternativa C errada, que diz que o padrão era autossômico recessivo.

A questão 65 apresenta um heredograma de uma entidade com herança mitocondrial. O heredograma permite a identificação deste padrão de herança, mas uma de suas características clássicas não está mostrada ali: não há um indivíduo do sexo masculino afetado com toda a prole normal. O tamanho da amostra era bastante pequeno, apenas 9 indivíduos, e, destes, 5 escolheram a alternativa A correta (55,6%), 3 (33,3%) escolheram a alternativa C errada, que diz que o padrão de herança é ligado ao X dominante, e 1 (11,1%) escolheu a alternativa B errada, que diz que o padrão de herança é autossômico recessivo.

A questão 71, respondida ao acaso (χ^2_{corr}=0,96; G.L.=2; p>0,10) por 19 alunos, aborda o conceito de gene letal. Ela questiona se o gene da Coréia de Huntington é um gene letal e se esta característica depende do seu padrão de herança. A alternativa C correta foi escolhida por 9 estudantes (47,37%); a alternativa A errada, que diz que com qualquer um dos padrões de herança o gene seria letal, e a alternativa B errada, que diz que apenas com o padrão autossômico dominante seria letal, foram escolhidas pelo mesmo número de alunos – 5 (26,32%). Como no enunciado está explícito que o indivíduo começa a manifestar a doença em torno de 30 a 40 anos, que é a época em que ela é diagnosticada, provavelmente será necessário uma explicação mais detalhada sobre o conceito de gene letal na *interpage* que antecede esta questão.

As questões 77 e 80 integram o conjunto que aborda o cálculo do risco de recorrência. Este conjunto é composto por 8 questões, e após responder corretamente 4 questões, o estudante sai deste conjunto. Todos os alunos passam pela questão 77, que é a 3ª questão do conjunto, mas nem todos passam pela questão 80, que é a 6ª do conjunto.

A questão 77 teve um desvio significativo para uma das alternativas erradas (alternativa B) (χ^2_{corr}=12,13; G.L.=2; p<0,10). Aborda o cálculo de risco de recorrência de osteogênese imperfeita tipo I, que é uma doença com padrão de herança autossômica dominante. Dos 17 estudantes que responderam esta pergunta, 13 (76,5%) escolheram a alternativa B errada, que diz que o risco de recorrência para um casal normal, que tem três filhas normais e um afetado, é

50%. No enunciado não está explícito que o casal era ***normal*** e, provavelmente, foi este fato que induziu os alunos ao erro.

A questão 80 foi respondida ao acaso (χ^2_{corr}=2,38; G.L.=2 e p>0,10). Nela o enunciado também não é explícito o suficiente para permitir que os alunos respondam corretamente. É perguntado qual o risco de recorrência de acondroplasia para os filhos de um casal formado por um indivíduo normal, filho de um homem com acondroplasia, e uma mulher normal. A alternativa A errada apresenta um risco de 50% e foi a escolhida por 4 estudantes (66,7%). Embora quando não há indicação de que um indivíduo é afetado, pode-se considerá-lo normal, pelo que foi possível detectar é fundamental ser bastante explícito para evitar uma possível má interpretação pelos estudantes, pois nas duas questões citadas acima (77 e), a falta da palavra ***normal*** foi determinante para que eles respondessem errado às questões.

A questão 23 foi respondida ao acaso (χ^2_{corr}=2,94; G.L.=2; p>0,10). Ela pergunta como pode ser definida a expressividade de um gene. A maioria dos alunos (53,8%) escolheu a alternativa B correta, mas 38,5% escolheram a alternativa C errada que mostra a definição restrita de expressividade e que diz que a expressividade de um gene é o polipeptídeo codificado por ele. As alternativas para esta questão se mostram inadequadas, pois, dentro de um teste, não podem existir questões "meio certa" ou "certa em parte", como a alternativa descrita acima.

A questão 101 faz parte do conjunto de 4 questões que abordam o cálculo de risco de recorrência de uma anomalia com penetrância incompleta. A 1ª

questão do conjunto, é a 101. Esta questão, que trata da ectrodactilia, foi respondida ao acaso (χ^2_{corr}=1,40; G.L.=2 e p>0,10). Esta é a primeira questão em que deve ser calculada a penetrância de um gene e a modificação que a penetrância incompleta acarreta no risco de recorrência. O problema, aqui, é a ausência de pelo menos uma questão que aborde o cálculo de penetrância e de uma *interpage* que explique esta modificação. Dos 13 alunos que responderam esta questão, 7 (53,8%) escolheram a alternativa B errada, que apresenta a penetrância correta, mas com um risco de recorrência de 50%, que seria correto se a penetrância fosse completa.

As questões 108 e 111, que foram respondidas ao acaso (χ^2_{corr}=2,20; χ^2_{corr}=0,062; respectivamente, todas com G.L.=2 e p>0,10), fazem parte do conjunto que trata do cálculo dos coeficientes de consangüinidade e endocruzamento.

Embora a questão 108 seja a 1ª do conjunto, apenas 11 alunos chegaram até ela. Esta aborda o cálculo do coeficiente de consangüinidade e de endocruzamento para primos de I grau. A alternativa C errada, que apresenta os coeficientes para tio-sobrinha/tia-sobrinho, foi escolhida por 54,5% dos alunos, e a alternativa B correta, por 35,4%. Aqui, novamente, deve-se reforçar a explicação dada na *interpage* apresentada antes desse conjunto, que define coeficiente de consangüinidade e de endocruzamento.

A questão 111 é a 4ª e última do conjunto e aborda o cálculo do coeficiente de consangüinidade e de endocruzamento para primos de III grau. Apenas 4 alunos passaram por ela. Realmente, existe um problema nesta questão: por um

erro de digitação, nenhuma das alternativas é correta. A alternativa A errada, escolhida por 2 alunos (50,0%), é a que apresentava um coeficiente de consangüinidade e endocruzamento correto, mas não para primos de III grau, e sim para primos de II grau.

A questão 297 foi respondida ao acaso pelos grupos B e C (χ^2_{corr}=0,89; χ^2_{corr}=3,12; com G.L.=2 e p>0,10). Ela aborda a definição de euploidia; são apresentados cinco cariótipos, sendo que três são euplóides. A alternativa A foi escolhida por 14 (56,0%) alunos dos dois grupos em conjunto e inclui dois cariótipos corretos; a alternativa B correta foi escolhida por 6 alunos (24,0%) e inclui o outro cariótipo correto. Nenhuma das alternativa está totalmente correta, devido a um erro de digitação.

A questão 324 foi respondida ao acaso pelos grupos B, C e D (χ^2_{corr}=0,036; χ^2_{corr}=0,46; χ^2_{corr}=1,90; com G.L.=2 e p>0,10). Ela pergunta qual dos exames de diagnóstico pré-natal colocados nas alternativas (amniocentese, amostragem das vilosidades coriônicas ou ambos) pode ser realizado da 9ª à 12ª semana. Nos três grupos, a mesma freqüência de estudantes, dentro de cada grupo, que escolheu a alternativa B correta, escolheu também a alternativa C errada: 2 (28,6%), 7 (38,9%) e 15 (39,5%), respectivamente. Analisando-se os grupos em conjunto, 24 alunos (38,1%) escolheram as alternativas B correta e C errada e 15 alunos (23,8%) escolheram a alternativa A errada. Nos grupos C e D, a alternativa A errada teve uma freqüência menor: 4 (22,2%) e 8 (21,0%) alunos, respectivamente. Já no grupo B esta alternativa foi a mais freqüente: 3 alunos (42,9%).

As questões 326, 327 e 328 fazem parte do conjunto que aborda a falta de disjunção e é composto por 4 questões. Dentro deste conjunto, estas três questões foram respondidas ao acaso por, pelo menos, um grupo. Todos os alunos passam pela questão 326, mas não necessariamente pelas questões 327 e 328.

A questão 326 aborda a falta de disjunção na meiose I materna. Ela foi respondida ao acaso no grupo B (χ^2_{corr}=3,46; com G.L.=2; p>0,10). Dos 7 alunos deste grupo, 5 (71,4%) escolheram a alternativa A correta. Embora no grupo C essa questão não tenha sido respondida ao acaso (χ^2_{corr}=7,12; G.L.=2; p<0,10), 9 estudantes (50,0%) escolheram a alternativa A correta e 9 (50,0%) escolheram a alternativa B errada, que descreve as combinações de cromossomos possíveis, se houver falta de disjunção na meiose II materna.

A questão 327 aborda a falta de disjunção na meiose II materna ou paterna e foi respondida ao acaso nos grupos B e D (χ^2_{corr}=1,12; χ^2_{corr}=3,75; com G.L.=2; p>0,10). Os dados dos alunos destes dois grupos mostram que: 8 alunos (47,0%) escolheram a alternativa A correta e 8 (47,0%) escolheram a alternativa B errada, que descreve as combinações de cromossomos possíveis, se houver falta de disjunção na meiose I paterna, e apenas 1 (5,9%) escolheu a alternativa C errada, que descreve as combinações de cromossomos possíveis, se houver falta de disjunção na meiose I materna. É importante colocar que os 2 únicos alunos do grupo B, que passaram por esta questão, escolheram a alternativa correta.

A questão 328 pergunta qual zigoto e que tipos de eventos podem dar origem a um indivíduo mosaico com linhagens celulares 46,XY/47,XY,+21.

Nenhum aluno do grupo B passou por esta questão, que foi respondida ao acaso nos outros dois grupos, C e D (χ^2_{corr}=0,75; χ^2_{corr}=2,42; com G.L.=2; p>0,10). Os 13 alunos que passaram por esta questão são provenientes de dois grupos mas foram analisados em conjunto. Observou-se que 7 alunos (53,8%) escolheram a alternativa C correta e 3 (23,1%) escolheram cada uma das outras alternativas.

A questão 331 foi respondida ao acaso pelos grupos B e C (χ^2_{corr}=0,57; χ^2_{corr}=0,94; com G.L.=1; p>0,10). Ela pergunta se a presença de mosaicismo afeta o prognóstico do indivíduos afetados pela Síndrome de Down. Analisando-se os dois grupos em conjunto, observou-se que 16 alunos (66,7%) escolheram a alternativa A correta e 8 (33,3%) escolheram a alternativa B errada. Esta questão com duas alternativas – sim ou não – deve ser repensada.

As questões 334 e 335 abordam as translocações robertsonianas. A primeira trata sobre nomenclatura e risco de recorrência e a segunda apenas sobre nomenclatura.

A questão 334 foi respondida ao acaso pelo grupo B (χ^2_{corr}=2,04; G.L.=2; p>0,10). A alternativa A errada foi escolhida por 4 alunos (57,1%) e a alternativa C correta foi escolhida por 3 alunos (42,9%). A dificuldade encontrada pelos alunos foi devida a necessidade de se considerar apenas os gametas viáveis para se calcular o risco de recorrência de Síndrome de Down por translocação 14/21, quando um dos genitores é portador da translocação balanceada.

A questão 335 foi respondida ao acaso pelos grupos B e C (χ^2_{corr}=4,38; χ^2_{corr}=1,43; com G.L.=2; p>0,10) e teve um desvio significativo na alternativa

errada (χ^2_{corr}=8,41; G.L.=2; p<0,10). Em todos os grupos, analisados em conjunto, a alternativa A errada foi escolhida por 28 alunos (48,3%), a alternativa B errada foi escolhida por 7 alunos (12,1%) e a alternativa C correta foi escolhida por apenas 23 alunos (39,7%). O problema desta questão, que trata sobre a nomenclatura de uma translocação 21q/22q, é que havia uma inconsistência na nomenclatura de achados citogenéticos dentro do **HGEN**. Algumas alternativas apresentavam a notação resumida e essa questão apresentava a notação completa.

A questão 346, que define os tipos de cromatinas sexuais, foi respondida ao acaso pelo grupo B (χ^2_{corr}=2,38; com G.L.=2; p>0,10) e teve um desvio significativo para uma das alternativas erradas no grupo C (χ^2_{corr}=9,31; com G.L.=2; p<0,10). Nos dois grupos, analisados em conjunto, 16 alunos (69,6%) escolheram a alternativa A errada, que define cromatina sexual como cromatina X. Nesta questão está claro que o problema é que até alguns anos atrás era este o conceito correto.

A questão 357 tinha, inicialmente, uma alternativa ambígua, que foi corrigida antes da utilização pelo grupo D. Esta questão foi respondida ao acaso nos grupos B e C (χ^2_{corr}=2,38; χ^2_{corr}=4,25; com G.L.=2; p>0,10). Ela pergunta quais os tipos de falta de disjunção de cromossomos sexuais que podem dar origem a indivíduos 47,XYY e 47,XXY. Analisando-se os dois grupos em conjunto, observou-se que 12 alunos (52,2%) escolheram a alternativa A correta, 1 (4,3%) escolheu a alternativa B errada e 10 (43,5%) escolheram a alternativa C errada.

A questão 360 foi respondida ao acaso nos grupos B e C e teve um desvio significativo para uma das alternativas erradas no grupo D (χ^2_{corr}=1,38; χ^2_{corr}=4,25; com G.L.=2; p>0,10 e χ^2_{corr}=6,75; G.L.=2; p<0,10). Analisando-se todos os grupos em conjunto, a alternativa A correta foi escolhida por 14 alunos (41,2%), a alternativa B errada, por 19 (55,9%) e a alternativa C errada, por 1 (2,9%) aluno. Esta questão pergunta sobre a origem do gameta cromossomicamente anormal que determinou uma menina com Síndrome de Turner e daltonismo. No enunciado da questão é descrito que o irmão da menina também é daltônico. O termo "***anormal***" tornou a alternativa ambígua, já que o gameta materno com X com o gene do daltonismo pode ser considerado anormal, assim como o gameta paterno, sem cromossomos sexuais.

A questão 367 foi respondida ao acaso pelos grupos C e D (χ^2_{corr}=0,015; χ^2_{corr}=0,25; com G.L.=2; p>0,10). Ela define o cromossomo Philadelphia. Analisando-se os alunos destes dois grupos em conjunto, cada uma das alternativas foi escolhida por 6 alunos (33,33%). Os alunos do grupo C ainda não haviam estudado citogenética do câncer e este assunto não é abordado na disciplina de genética médica da USF. Apenas 1 aluno do grupo D chegou até esta questão.

Todos os problemas detectados – na construção das questões, bem como os problemas conceituais que indicaram a necessidade de uma modificação no mapa de navegação ou uma complementação das informações apresentadas em uma tela – foram corrigidos. A interação com os alunos e a observação de suas dificuldades foram fundamentais para a correção destes problemas.

Nas figuras VII-1, VII-2 e VII-3 pode-se observar três exemplos de questões em que foram detectados problemas e, quando foi o caso, como eles foram corrigidos.

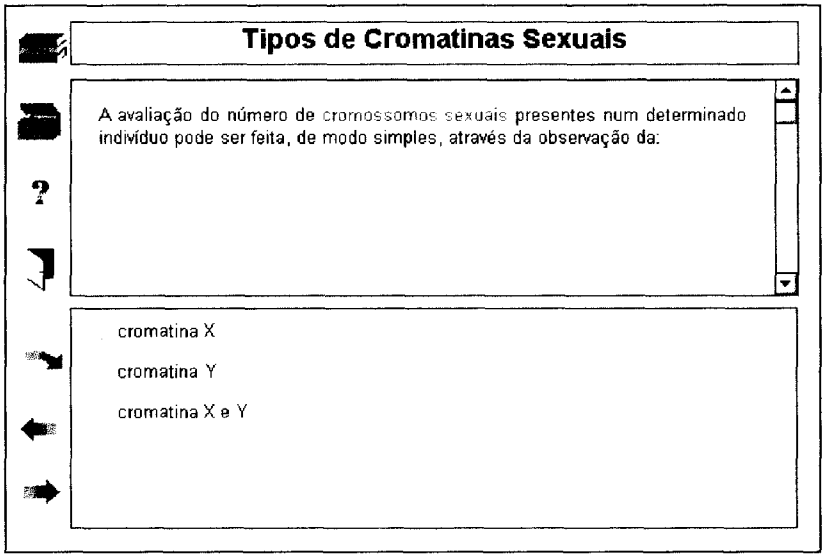


Figura VII-1 – Exemplo de uma Questão com Problema Conceitual

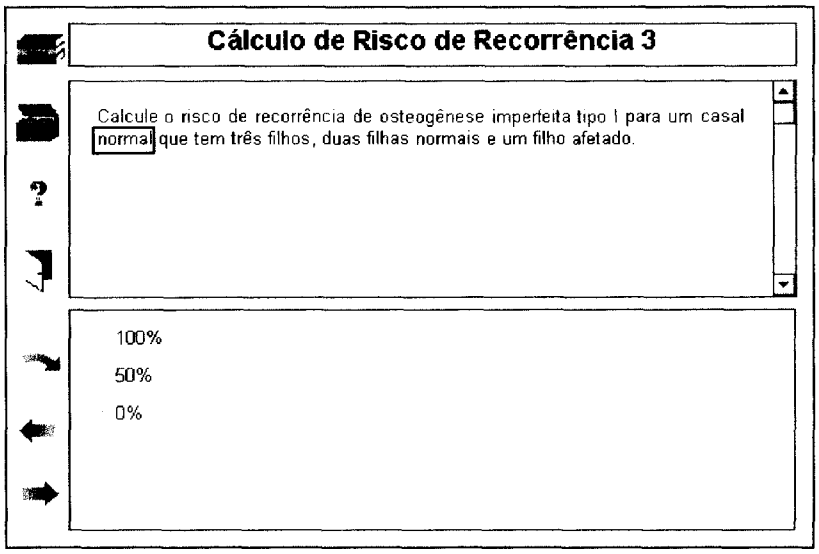


Figura VII-2 – Exemplo de Questão com Problema no Enunciado (*observe a correção do problema destacada na figura*)

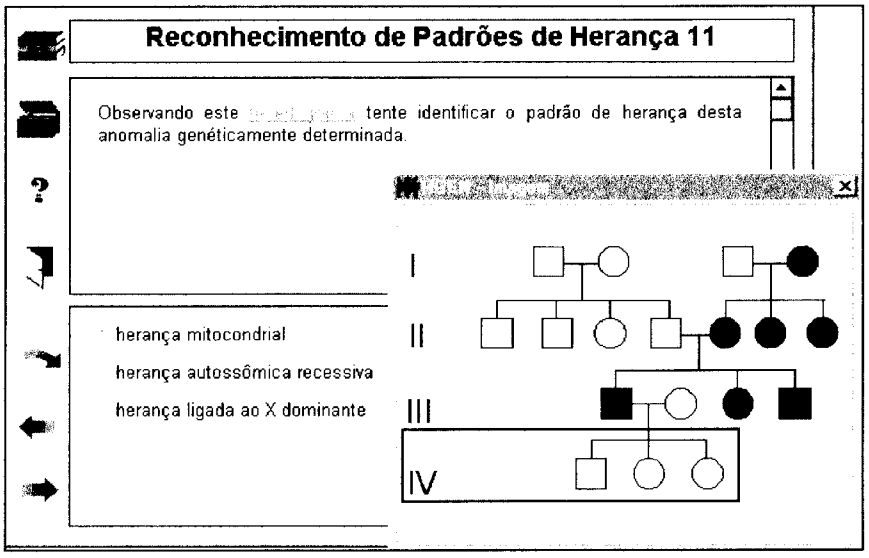


Figura VII-3 – Exemplo de Questão com Problemas na Ilustração (*observe a correção do problema destacada na figura*)

A qualidade do **HGEN** pôde ser verificada utilizando-se os arquivos do sistema e analisando-se a freqüência dos caminhos percorridos. Esta metodologia permitiu:

- a detecção das deficiências em questões, alternativas, ou no conceito abordado, dentro do **HGEN** e na sala de aula;
- a correção dos erros e inadequações do **HGEN**.

Graças a construção em camadas, os problemas puderam ser corrigidos na camada adequada sem causar impacto na outra camada.

Na literatura, não foi encontrada a descrição de nenhuma metodologia semelhante, que permitisse a avaliação da estrutura do sistema e garantisse que grande parte dos problemas pudesse ser detectada, antes da incorporação do mesmo ao sistema de ensino.

VIII. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi possível desenvolver, validar e avaliar a estrutura do **HGEN** que é um software integrado ao processo ensino-aprendizagem de Genética Médica, abordando os módulos de Introdução, Padrões de Herança e Citogenética.

O organização pedagógica do **HGEN**, apresentando perguntas e respostas com feedback específico e organizadas numa estrutura não-linear a qual garante o respeito ao ritmo e, principalmente, às características individuais dos alunos, e as características hipermídia, permitiram a criação de um software educativo que motiva o estudante de Medicina para o aprendizado de Genética Médica e facilita a compreensão dos tópicos abordados.

O fluxo das questões não é linear e os vários caminhos tentam facilitar o aprendizado e torná-lo mais completo. Quando o estudante erra, uma nova questão é apresentada, de uma outra maneira, propiciando o entendimento do tópico abordado. O erro é visto como etapa da aprendizagem pois o **HGEN** não é uma avaliação.

Os tópicos, sempre que possível, são ilustrados com imagens, fotos, animações e dados clínicos, visando permitir um aprendizado de genética básica dentro do contexto do curso médico.

O **HGEN** demonstrou ter, pelos dados obtidos na fase de validação, as seguintes características: interface amigável, ambiente fácil de ser aprendido e usado – que não requer experiência prévia com computador – utilidade e clareza.

A preocupação com a interface foi importantíssima para garantir a ampla utilização deste sistema.

A fase de validação e avaliação da estrutura foram fundamentais no processo de desenvolvimento desse trabalho. A avaliação da estrutura levou à detecção de erros e inadequações, conduzindo à sua correção na versão final do **HGEN**, garantindo um produto de maior qualidade e permitindo uma integração mais segura ao processo ensino-aprendizagem.

O uso do computador no ensino, mesmo usando as mais avançadas tecnologias, quando não tem uma preocupação pedagógica específica e uma metodologia para validá-la esta preocupação, nem sempre resulta numa ferramenta educacional eficiente. Mooney & Bligh colocam que muitas vezes a importância dada à inovação tecnológica não está balanceada com a preocupação educacional e, desta forma, softwares educativos podem ser desenvolvidos usando recursos avançados como a multimídia sem nenhuma proposta educacional definida (MOONEY & BLIGH, 1997). O uso do computador como instrumento acessório ou principal do ensino implica num planejamento com objetivos pedagógicos definidos e seqüências de conteúdos que permitam a aprendizagem (HOFFER & BARNETT, 1990).

O **HGEN** não está disponível para o acesso via Internet, pois o sistema de controle de navegação, da maneira como foi desenvolvido, não pode ser usado neste tipo de rede. Não fazia parte dos requisitos do sistema a utilização via Internet, uma vez que, no início do desenvolvimento deste trabalho e, ainda hoje, em muitos locais, a velocidade de acesso é muito lenta, especialmente quando

são usadas muitas imagens e animações. E também porque em muitas universidades o acesso a essa rede ainda não está disponível.

Existem várias modalidades de softwares educativos e o **HGEN** é uma das abordagens possíveis. "Não se trata de tomar partido. Os profissionais do ensino têm a oportunidade de selecionar aqueles usos que considerarem mais oportunos, em função de uma determinada proposta curricular, uma situação educacional concreta e uma concepção especial do processo de ensino e aprendizagem" (CANO, 1998). Um trabalho como o aqui descrito deve ser realizado por uma equipe multidisciplinar.

IX. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ADELSON, R. et al. Oral Manifestations of HIV Infection: a Multimedia Atlas. In: SEVENTEENTH ANNUAL SYMPOSIUM ON COMPUTER APPLICATIONS IN MEDICAL CARE, 1993, Washington. *Annals ...* Washington : AMIA, 1994. p. 915.

2. AGARWAL, N. et al. Model Multimedia Workstation for Echocardiography. In: SEVENTEENTH ANNUAL SYMPOSIUM ON COMPUTER APPLICATIONS IN MEDICAL CARE, 1993, Washington. *Annals ...* Washington : AMIA, 1994. p. 960.

3. BEIGUELMAN, B. *Citogenética Humana.* Rio de Janeiro : Editora Guanabara Koogan S.A., c.1982. 328 p.

4. BEIGUELMAN, B. *Curso Prático de Bioestatística.* 2a. ed. rev. Ribeirão Preto : Revista Brasileira de Genética, 1991. 224 p.

5. BEIGUELMAN, B. *Dinâmica dos Genes nas Famílias e nas Populações.* Ribeirão Preto : Sociedade Brasileira de Genética, 1994. 472 p.

6. BEIGUELMAN, B. *Genética Médica: vol.3 Farmacogenética e Sistemas Sangüíneos Eritrocitários em Genética e na Prática Médica.* São Paulo : EDART. Rio de Janeiro : FENAME, 1979. 215 p.

7. BENNETT, R.L.; STEINHAUS, K.A.; UHRICH, S.B.; O'SULLIVAN, C.K.; RESTA, R.G.; LOCHNER-DOYLE, D.; MARKEL, D.S.; VINCENT, V.; HAMANISH,I J. Recommendations for Standardized Human Pedigree Nomenclature. Pedigree Standardization Task Force of the National Society of Genetic Counselors. *American Journal of Human Genetics.* v.56, n.3, p.745-52, 1995 Mar.

8. BERGSMA, D. *Birth Defects: Atlas and Compendium.* 2a. ed. New York : The National Foundation March of Dimes, c.1973. 1.183 p.

9. BITTORF, A.; DIEPGEN, T.L. Teaching Resources for Dermatology on the WWW – Quiz System and Dynamic Lecture Scripts Using a HTTP-Database Demon. *Proc. 1996 AMIA - ANNUAL FALL SYMPOSIUM*, Washington : AMIA, 1996. p. 46-50.

10. BOTELHO, M.L.A. *Um Sistema de Ensino e Apoio à Decisão em Trauma Cranioencefálico Utilizando a WWW e Redes Neurais Artificiais*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica). Faculdade de Engenharia Elétrica, Universidade Estadual de Campinas, 1997.

11. BOYLE, T. *Design for Multimedia Learning*. London : Prentice Hall, c.1997. 240 p.

12. BROERING, N. C. et al. The IAIMS Project: Highlights of Three Education Hypermedia Programs. In: MEDINFO 1992 - SEVENTH WORLD CONGRESS ON MEDICAL INFORMATICS, 1992, Geneva Palexpo. *Annals...* Geneva Palexpo : IMIA, 1992. p. 1114.

13. CAMPOS, H. de. *Estatística Experimental Não-paramétrica*. Piracicaba : Editora Piracicaba, 1979.

14. CANO, C.A. Os Recursos da Informática e os Contextos de Ensino e Aprendizagem. In: *Para uma Tecnologia Educacional*. [J. M. Sancho (Organizadora)] Porto Alegre : Artmed, c.1998. p. 156-182.

15. CARSON, N. E. et al. Hypermedia Medical Education Programs. In: MEDINFO 1992 - SEVENTH WORLD CONGRESS ON MEDICAL INFORMATICS, 1992, Geneva Palexpo. *Annals...* Geneva Palexpo : IMIA, 1992. p. 1606.

16. CARVALHO-JR, P. M. *HyperCASE: Um Sistema Baseado em Computador para Planejamento e Documentação de Sistemas de Hipermídia na Área Biomédica*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica). Faculdade de Engenharia Elétrica, Universidade Estadual de Campinas, 1994.

17. COOPER, G. & OWENS, G. Patient Simulations Using Seamless Digital ViideoVídeo. In: SEVENTEENTH ANNUAL SYMPOSIUM ON COMPUTER APPLICATIONS IN MEDICAL CARE, 1993, Washington. *Annals* ... Washington : AMIA, 1994. p. 796-800.

18. DIAMENT, A. & CYPEL, S. *Neurologia Infantil.* 2a. ed. Rio de Janeiro: Livraria Atheneu Editora, 1991.

19. DUGUID, K.P. The Team Approach to the Design of Computer-Assisted Learning Packages in Medicine. *Journal of Audiovisual Media in Medicine.* v. 18, n. 2, p.53-58, 1995 Jun.

20. DUNTON, C. J. et al. Computer Assisted Instruction in Colposcopy. In: MEDINFO 1992 - SEVENTH WORLD CONGRESS ON MEDICAL INFORMATICS, 1992, Geneva Palexpo. *Annals...* Geneva Palexpo : IMIA, 1992. p. 1608.

21. ELIOT, C.R.; WILLIANS, K.A.; WOOLF, B.V. An Intelligent Learning Environment for Advanced Cardiac Life Support. *Proc. 1996 AMIA - ANNUAL FALL SYMPOSIUM.* Washington : AMIA, 1996. p. 7-11.

22. FASCE, E; RAMÍREZ, L; IBÁÑEZ, P. Evaluación de un Programa de Estudio Independiente Basado en la Computación, Aplicado a Estudiantes de IV Año de Medicina./Evaluation of a Computer-based Independent Study Program Applied to Fourth Year Medical Students. *Revista Medica del Chile.* v. 123, n. 6, p. 700-705, 1995 Jun.

23. FISCHER, C.; SCHWEIGERT, S.; SPRECKELSEN, C.; VOGEL, F. Programs, Databases, and Expert Systems for Human Geneticists - a Survey. *Human Genetics.* v. 97, n. 2, p. 129-137, 1996 Feb.

24. FLORANCE, V.; BRAUDE, R.M.; FRISSE, M.E.; FULLER, S. Educating Physicians to Use the Digital Library. *Academic Medicine.* v. 70, n. 7, p. 597-602, 1995 Jul.

25. FREEDMAN, S. J. & CHASE, R. A. ElectricCadaver: A Dynamic Book of Human Structure and Function. In: THIRTEENTH ANNUAL SYMPOSIUM ON COMPUTER APPLICATIONS IN MEDICAL CARE, 1989, Washington. *Annals...* Washington : IEEE Computer Society Press, 1989. p. 1021-23.

26. FRISBY, A.J.; HAMLIN, M.D. WARNER, E.R.; BRASTER, C.D.; MURRAY, R.B. Evaluation of Medical Student Performance on World Web Delivered Information Literacy Course. *Proc. 1996 AMIA - ANNUAL FALL SYMPOSIUM*, Washington : AMIA, 1996. p. 909.

27. GINIGE, A.; LOWE, D.B; ROBERTSON, J. Hypermedia Authoring. *IEEE Multimedia*. v.2, n.4, p. 24-35, Winter 1995.

28. GLENN, J. A Consumer-oriented Model for Evaluating Computer-Assisted Instruction Materials for Medical Education. *Academic Medicine*. v. 71. n. 3. March 1996. p. 251-255.

29. HARDAWAY, D. & WILL, R.P. Digital Multimedia Offers key to educational reform. *Communications of the ACM*. v. 40. n. 4. April 1997. p. 90-96.

30. HARDIN, L.; PATRICK, T.B. Medical Educational Software Assessments. *Proc. 1996 AMIA - ANNUAL FALL SYMPOSIUM*, : AMIA, 1996. p. 881.

31. HARGER, R.O. Teaching in a Computer Classroom with a Hyperlinked, Interactive Book. IEEE Transactions on Education. v. 39. n. 3. August 1996. p. 327-335.

32. HIRZALLA, N; FALCHUK, B.; KARMOUCH, A. A Temporal Model For Interactive Multimedia Scenarios. *IEEE Multimedia*. v.2, n.3, p. 24-31, Fall 1995.

33. HIX, D. & HARTSON, H.R. *Developing User Interfaces: Ensuring Usability Through Product and Process*. John Wiley and Sons, 1993.

34. HOFFER, E.P. & BARNETT, G.O Computers in Medical Education. In*: Medical Informatics: Computer Application in Health Care*. [E. H. Shortiliffe & L.E. Perreault (Editors)] USA : Addison-Wesley, c.1990. p. 535-561.

35. HOLSINGER, E. *Como Funciona a Multimídia*. São Paulo : Editora Quark, Ziff-Davis, c.1994, 198 p.

36. HOOPER, J.; O'CONNOR, J.; CHEESMAR, R.; PRICE, C.P. Tutorial Software for Clinical Chemistry Incorporating Interactive Multimedia Clinical Cases. *Clinical Chemistry*. v. 41, n. 9, p. 1345-1348, 1995 Sep.

37. *http://imp.uow.edu.au/PAGE/courses.html*

38. *http://lec.psico.ufrgs.br/lec/ead/*

39. *http://newton.coltec.ufmg.br/ead/*

40. *http://www.calcampus.com/catalog.htm*

41. *http://www.cc.ukans.edu/~sypherh/bc/*

42. *http://www.cpdee.ufmg.br/cursos/*

43. *http://www.dcc.unicamp.br/proj-xchart/*

44. *http://www.epm.br/ge/genetic/htm/intro.htm*

45. *http://www.gnacademy.org.8001/uu-gna/index.html*

46. *http://www.hgmp.mrc.ac.uk/omim/*

47. *http://www.ifqsc.sc.usp.br/educar/educar.html*

48. *http://www.monash.edu.au/informatics/techME/index.htm*

49. *http://www.nce.ufrj.br/~gabriela/cursos.html*

50. *http://www.nib.unicamp.br/cursos/fm993/*

51. *http://www.open.ac.uk/*

52. *http://www.psico.ufrgs.br/edu136/*

53. *http://www.telos.ca/distance_education/index.html*

54. *http://www.uiuc.edu/webclasses.html*

55. *http://www.uophx.edu/disteduc/*

56. *http://www.virtual.epm.br/*

57. *http://www-distlearn.pp.asu.edu/*

58. HUBER, J.T. & GIUSE, N.B. Educational Software Evaluation Process. *Journal of American Medical Informatics Association*. v. 2. n. 5. Sep/Oct 1995. p. 295-296.

59. JAFFE, C. C.; LYNCH, P. J.; SMEULDERS, A. W. M. A Hypermedia Computer-Integrated Laser Video-Disc as a Medical Learning Workstation. In: THIRTEENTH ANNUAL

SYMPOSIUM ON COMPUTER APPLICATIONS IN MEDICAL CARE, 1989, Washington. *Annals...* Washington : IEEE Computer Society Press, 1989. p. 873-6.

60. JAFFE, C.C.; LYNCH, P.J. Computer-aided Instruction in Radiology: Opportunities for More Effective Learning. *AJR American Journal Roentgenol.* v. 164, n. 2, p. 463-467, 1995 Feb.

61. JAIN, R. A Revolution in Education. *IEEE Multimedia*. v. 4. n. 1. January-march 1997. p. 1,5.

62. JONASSEN, D.H. *Computer in the Classroom: Mindtools for Critical Thinking*. New Jersey : Prentice-Hall inc. c.1996. 291 p.

63. KHADRA, M.H.; GUINEA, A.I.; HILL, D.A. The Acceptance of Computer Assisted Learning by Medical Students. *Australian New Zealand Journal of Surgery*. v. 65, n. 8, p. 610-612, 1995 Aug.

64. KNIGHT, P. Factors to Consider in Evaluating Multimedia Platforms for Widespread Curricular Adoption. *Educational Technology*. v. 32. n. 5. May 1992. p. 25-46.

65. KUSHNIRUK, A.; PANTEL, V.; CIMINO, J.J.; BARROWS, R.A. Cognitive Evaluation of the User Interface and Vocabulary of an Outpatient Information System. *Proc. 1996 AMIA - ANNUAL FALL SYMPOSIUM*, Washington : AMIA, 1996. p. 22-26.

66. LEE, P.M. & SULLIVAN, W.G. Developing and Implementing Interactive Multimedia in Education. *IEEE Transactions on Education*. v. 39. n. 3. August 1996. p. 430-435.

67. LOWE, H. J. Image Engine: An Object-Oriented Multimedia Database for Storing, Retrieving and Sharing Medical Images and Text. In: SEVENTEENTH ANNUAL SYMPOSIUM ON COMPUTER APPLICATIONS IN MEDICAL CARE, 1993, Washington. *Annals...* Washington : AMIA, 1994. p. 839-43.

68. MARKOU, S.A.; KOUKOURAS, D.; PIMENDIS, T.; ANDROULAKIS, J. Using the Hypertext Software to Develop Computer-Assisted Instruction in Oncology for Medical Students. *Journal of Cancer Education.* v.10, n.3, p.141-143, 1995.

69. MARS, M.& McLEAN, M. Students' Perceptions of a Multimedia Computer-aided Instruction Resource in Histology. *SAMJ - South African Medical Journal*. v. 86. n. 9. Sep 1996. p. 1098-1102.

70. MAULDIN, M. The Formative Evaluation of Computer-based Multimedia Programs. *Educational Technology*. v. 36. n. 2. March-April 1996. p. 36-40.

71. McKUSICK, V. A. *Mendelian Inheritance in Man. Catalogs of Autossomal Dominant, Autossomal Recessive, and X-Linked Phenotypes*. 10a. ed. London : The Johns Hopkins University Press, v. 1, c.1992.

72. McPHEE, W. J.; CESNIK, B.; KIDD, M. R. Hypermedia as a Demonstration Tool in Medical Education. In: MEDINFO 1992 - SEVENTH WORLD CONGRESS ON MEDICAL INFORMATICS, 1992, Geneva Palexpo. *Annals...* Geneva Palexpo : IMIA, 1992. p. 1606.

73. MEZRICH, R. S.; GROSSBERG, D.; FAIRMAN, R. ImageNet: A HyperCard Driven Radiology Workstation and Image Database. In: THIRTEENTH ANNUAL SYMPOSIUM ON COMPUTER APPLICATIONS IN MEDICAL CARE, 1989, Washington. *Annals...* Washington : IEEE Computer Society Press, 1989. p. 869-72.

74. MOONEY, G.A. & BLIGH, J.G. Computer-based Learning Materials for Medical Education: A Model Production. *Medical Education*. v. 31, p. 197-201, 1997.

75. MURRAY, R. B. Pharmacokinetics Guide: A Hypertext Teaching Assistant. In: THIRTEENTH ANNUAL SYMPOSIUM ON COMPUTER APPLICATIONS IN MEDICAL CARE, 1989, Washington. *Annals...* Washington : IEEE Computer Society Press, 1989. p. 1028-9.

76. NÉRICI, I. G. *Didática Geral Dinâmica*. 10a. ed. São Paulo : Atlas, 1987. 404 p.

77. NORA, J. J. & FRASER, F. C. *Genética Médica*. 3a. ed. Rio de Janeiro : Editora Guanabara Koogan S.A., c.1991. 301 p.

78. PLOMP, T. & MOONEN, J. *International Journal of Educational Research*. Implementation of Computer in Education. Oxford: Pergamon Press, v. 17, n. 1, 1991. 122 p. [T. Plomp & J. Moonen (Guest Editors)]

79. PONCE, M. R. & MICOL, J. L Two Computer Programs for the Generation of Problems in Transmission Genetics for Teaching Purposes. *Computer Application in Biosciences.* v. 8, n. 6, p. 603-4, Dec 1992.

80. PORTER, L.R. *Creating the Virtual Classroom – Distance Learning with the Internet.* Wiley Computer Publish. John Wiley & Sons, Inc. 1997. 259 p.

81. Questionário para avaliação da satisfação de interação do usuário. Jan, 1997. Adaptação da forma completa do questionário Generic user-evaluation questionnaire for interactive systems do Human-computer Laboratory da University of Maryland © 1988-1991.

82. REEVES, T. C. Evaluating Interactive Multimedia. *Educational Technology.* v. 32. n. 5. May 1992. p. 47-53.

83. ROCHA, A.R. & CAMPOS, G.H.B. de. Avaliação da Qualidade de Software Educacional. *Em Aberto.* Brasília, ano 12, n.57, p.32-42, jan./mar. 1993.

84. ROSCOE, J.T. *Fundamental Research Statistic for the Behavioral Sciences.* 2a. ed. Holt, Rinehart and Winston, Inc., 1975. 483 p.

85. SANTER, D.M.; MICHAELSEN, V.E.; ERKONEN, W.E.; WINTER, R.J.; WOODHEAD, J.C.; GILMER, J.S.; D'ALESSANDRO, M.P.; GALVIN, J.R. A Comparison of Educational Interventions. Multimedia Textbook, Standard Lecture, and Printed Textbook. *Archives Pediatrics Adolesc Medicine.* v. 149, n. 3, p. 297-302, 1995 Mar.

86. SCHWARZ, D. L. & WIND, G. G. Hypertext and Three-Dimensional Computer Graphics in a Digital PC-Based Learning Environment. In: MEDINFO 1992 - SEVENTH WORLD CONGRESS ON MEDICAL INFORMATICS, 1992, Geneva Palexpo. *Annals...* Geneva Palexpo : IMIA, 1992. p. 1101-5.

87. SIEGEL, S. *Estatística Não-paramétrica para Ciências do Comportamento.* São Paulo : McGraw-Hill, 1975.

88. SILVA, E.J. *Representação em Projeto de Interfaces de Usuários.* Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica). Faculdade de Engenharia Elétrica. Universidade Estadual de Campinas, 1995.

89. SKRIVER, C. R.; BEAUDET, A. L.; SLY, W. S.; VALLE, D. *The Metabolic and Molecular Bases of Inherited Disease.* International Edition. 7a. ed. United States of America : McGraw Hill, v. 1, c.1995. 1.652 p.

90. SMITH, D.W. *Síndromes de Malformações Congênitas.* 3a. ed. São Paulo: Editora Manole, 1985.

91. SMITH, W. R. & HAHN, J. S. Hypermedia or Hyperchaos: Using HyperCard to Teach Medical Decision Making. In: THIRTEENTH ANNUAL SYMPOSIUM ON COMPUTER APPLICATIONS IN MEDICAL CARE, 1989, Washington. *Annals...* Washington : IEEE Computer Society Press, 1989. p. 858-63.

92. SOUZA, C.F.M.; SCHWARTZ, I.V.D.; RUSCHEL, S.P.; PUGA, A.C.;REIS,A.M.; COSTA, F.C.; DIAS, R.P.; FLORES, R.Z.; SCHÜLER, L. O Ensino de Genética na Medicina: Como os Alunos Percebem a Genética Clínica. *R. Bras. Educ. Méd.* Rio de Janeiro. vol. 20. n. 2/3. maio/dez 1996. p. 33-40.

93. STENSAAS, S. S. & SORENSON, D. K. "HyperBrain" and "Slice of Life": an Interactive HyperCard and Videodisco Core Curriculum for Neuroscience. In: TWELFTH ANNUAL SYMPOSIUM ON COMPUTER APPLICATIONS IN MEDICAL CARE, 1988, Washington. *Annals...* Washington : IEEE Computer Society Press, 1988. p. 416-20.

94. STENSAAS, S. S. & SORESON, D. K. A HyperCard Shell for Multi-Institutional, Videodisco-Linked, Neuroscience Education. In: THIRTEENTH ANNUAL SYMPOSIUM ON COMPUTER APPLICATIONS IN MEDICAL CARE, 1989, Washington. *Annals...* Washington : IEEE Computer Society Press, 1989. p. 1026-7.

95. STENSAAS, S. S. et al. The Education Potential of Linking a Videodisco and an Expert System. In: THIRTEENTH ANNUAL SYMPOSIUM ON COMPUTER APPLICATIONS IN

MEDICAL CARE, 1989, Washington. *Annals...* Washington : IEEE Computer Society Press, 1989. p. 864-8.

96. STOCKING, J.E. & MO, B.P. Current Status of Interactive Multimedia Education in Medicine. *M.D. Computing*. v.12, n.5, p.373-81, 413, 1995.

97. STRUCHINER, M. *Hipertexto/Hipermídia na Educação. Princípios Básicos Para o Desenvolvimento de Material Educativo.* Laboratório de Informática em Educação, NUTES/UFRJ : Rio de Janeiro, agosto 1996.

98. SUZUKI, D. T.; GRIFFITHS, A. J. F.; MILLER, J. H.; LEWONTIN, R. C. *Introdução à Genética.* 4a. ed. Rio de Janeiro : Editora Guanabara Koogan S.A., c.1992. 633 p.

99. SWEENEY, M. A. et al. Innovative Designs in Multimedia Programs for Clinical Teaching. In: MEDINFO 1992 - SEVENTH WORLD CONGRESS ON MEDICAL INFORMATICS, 1992, Geneva Palexpo. *Annals...* Geneva Palexpo : IMIA, 1992. p. 1605.

100. THERMAN, E. & SUSMAN, M. *Human Chromosomes: Structure, Behavior, and Effects.* 3a. ed. New York : Springer-Verlag New York, c.1993. 375 p.

101. THOMPSON, M.W.; McINNES, R.R. & WILLARD, H.F. *Thompson & Thompson: Genética Médica.* 5a. ed. Rio de Janeiro : Editora Guanabara, c.1993. 339 p.

102. VALENTE, J.A. Diferentes Usos do Computador na Educação. *Em Aberto*. Brasília, ano 12, n.57, p.3-16, jan./mar 1993.

103. VOLPE, R.M. & SABBATINI, R.M.E. Aplicações da Multimídia no Ensino Médico. *Informédica*. Campinas, ano 2, n.9, p. 5-11, jul./ago. 1994.

104. WAUGH, R.A.; MAYER, J.W.; EWY, G.A.; FELNER, J.M.; ISSENBERG, B.S.; GESSNER, I.H.; RICH, S.; SAJID, A.W.; SAFFORD, R.E. Multimedia Computer-Assisted Instruction in Cardiology. *Archives in Internal Medicine*. v. 155, n. 2, p. 197-203, 1995 Jan 23.

105. WEIR, C.; LINCOLN, M.J.; GREEN, J. Usability Testing as Evaluation: Development of a Tool. *Proc. 1996 AMIA - ANNUAL FALL SYMPOSIUM*, Washington : AMIA, 1996. p. 870.

ANEXO 1 - DESCRIÇÃO DA INTERFACE DO HGEN

DESCRIÇÃO DA INTERFACE DO HGEN

Quatro tipos de telas no módulo de exercícios:

1. Tela de questão com alternativas em forma de texto
2. Tela de questão com alternativas em forma de imagem
3. Tela de resposta
4. Tela de apresentação de conceitos (Interpages)

TELA DE QUESTÃO COM ALTERNATIVAS EM FORMA DE TEXTO

A. Áreas para:

- Título ou descritor da questão.
- Enunciado da questão.
- No máximo cinco alternativas na forma de texto.

B. Mídias

- Podem ser usadas no enunciado das questões.
- O acesso é feito através dos *links* específicos

- No momento que o usuário achar necessário ou interessante, basta ele clicar no *link* e a mídia é apresentada numa janela separada.

C. Ícones:

- Para avançar para a próxima questão - que só deve estar habilitado quando o usuário usou o ícone voltar.
- Para voltar para tela anterior - que permite que o usuário volte pelo caminho por onde ele passou, mas sem alterar suas respostas.
- Para retornar para a tela que o usuário estava no momento que ele acionou o ícone voltar.
- Para sair do programa.
- Para obter ajuda.
- Para acessar uma lista de referências bibliográficas que apresenta os principais periódicos em genética médica.

D. *Links*

- Azuis: acesso aos tópicos relacionados ao assunto em questão presentes no Glossário de Termos.
- Vermelhos: acesso as doenças descritas no Catálogo de Doenças.

- : acesso as dados específicos relacionados à questão – mídias e textos complementares.

TELA DE QUESTÃO COM ALTERNATIVAS EM FORMA DE IMAGEM

A. Área grande para serem colocados:

- Título ou descritor da questão.
- Enunciado da questão.
- No máximo quatro alternativas na forma de pequenas imagens que são ampliadas assim que o usuário clica sobre elas.

B. Mídias

- Podem ser usadas no enunciado das questões.
- O acesso é feito através dos *links* específicos .
- No momento que o usuário achar necessário ou interessante, basta ele clicar no *link* e a mídia é apresentada numa janela separada.
- Sempre são usadas nas alternativas deste tipo de questão, em tamanho reduzido, mas que permite ampliação – através de um clique do *mouse*.

E. Ícones:

- Para avançar para a próxima questão - que só deve estar habilitado quando o usuário usou o ícone voltar.
- Para voltar para tela anterior - que permite que o usuário volte pelo caminho por onde ele passou, mas sem alterar suas respostas.
- Para retornar para a tela que o usuário estava no momento que ele acionou o ícone voltar.
- Para sair do programa.
- Para obter ajuda.
- Para acessar uma lista de referências bibliográficas que apresenta os principais periódicos em genética médica.

F. *Links*

- Azuis: acesso aos tópicos relacionados ao assunto em questão presentes no Glossário de Termos.
- Vermelhos: acesso as doenças descritas no Catálogo de Doenças.
- : acesso as dados específicos relacionados à questão – mídias e textos complementares.

TELAS DE RESPOSTA

A. Área para serem colocados:

- Título ou descritor da questão.
- Resposta da questão.

B. Mídias

- Podem ser usadas na resposta. Podem ser acessadas de acordo com a vontade do usuário.

C. Ícones:

- Para avançar para a próxima questão.
- Para voltar para tela anterior - que permite que o usuário volte pelo caminho por onde ele passou, mas sem alterar suas respostas.
- Para retornar para a tela que o usuário estava no momento que ele acionou o ícone voltar.
- Para sair do programa.
- Para obter ajuda.
- Para acessar uma lista de referências bibliográficas que apresenta os principais periódicos em genética médica.

G. *Links*

- Azuis: acesso aos tópicos relacionados ao assunto em questão presentes no Glossário de Termos.
- Vermelhos: acesso as doenças descritas no Catálogo de Doenças.
- : acesso as dados específicos relacionados à questão – mídias e textos complementares.

TELAS DE APRESENTAÇÃO DE CONCEITOS (INTERPAGES)

A. Área para serem colocados:

- Título ou descritor do conceito.
- Descrição dos conceitos a serem apresentados.

B. Mídias

- Usadas para a descrição daquele conceito. Podem ser acessadas de acordo com a vontade do usuário.

C. Ícones:

- Para avançar para a próxima questão.
- Para voltar para tela anterior - que permite que o usuário volte pelo caminho por onde ele passou, mas sem alterar suas respostas.

- Para retornar para a tela que o usuário estava no momento que ele acionou o ícone voltar.
- Para sair do programa.
- Para obter ajuda.
- Para acessar uma lista de referências bibliográficas que apresenta os principais periódicos em genética médica.

H. *Links*

- Azuis: acesso aos tópicos relacionados ao assunto em questão presentes no Glossário de Termos.
- Vermelhos: acesso as doenças descritas no Catálogo de Doenças.
- : acesso as dados específicos relacionados à questão – mídias e textos complementares.

MÓDULO GLOSSÁRIO DE TERMOS EM GENÉTICA BÁSICA

A. Área contendo:

- Nome do termo.
- Definição breve.

B. Área para acesso aos outros termos disponíveis no Glossário.

C. Mídias

- Usadas para ilustrar ou ajudar na definição do termo. Podem ser acessadas de acordo com a vontade do usuário. Pode existir mais de uma mídia para um mesmo termo.

D. Ícones:

- Para voltar para termo anterior - que permite que o usuário volte pelo caminho por onde ele passou.
- Para retornar para a tela que o usuário estava no momento que ele acionou o ícone *voltar*.
- Para acessar as mídias.
- Para sair do programa.
- Para obter ajuda.
- Para acessar uma lista de referências bibliográficas específica ao tópico abordado.

E. *Links*

- Azuis: acesso aos tópicos relacionados dentro do Glossário de Termos.

MÓDULO CATÁLOGO DE DOENÇAS GENETICAMENTE DETERMINADAS

A. Área contendo:

- Nome da doença
- Descrição da doença compreendendo: etiologia, padrão de herança, incidência, localização ou cariótipos possíveis, descrição e tratamento.

B. Área para acesso às outras doenças disponíveis no Catálogo

C. Mídias

- Fotos de pacientes com aquela doença.
- Foto de exames dos pacientes (cariótipo, cromatinas sexuais).
- Esquemas - Desenhos que ilustram uma característica da doença.
    - Podem ser acessadas de acordo com a vontade do usuário.

D. Ícones:

- Para voltar para doença anterior - que permite que o usuário volte pelo caminho por onde ele passou.
- Para retornar para a tela que o usuário estava no momento que ele acionou o ícone *voltar*.

- Para acessar as mídias.
- Para sair do programa.
- Para obter ajuda.
- Para acessar uma lista de referências bibliográficas específicas à doença descrita.

E. *Links*

- Vermelhos: acesso a outras doenças descritas no Catálogo de Doenças.

ANEXO 2 – QUESTIONÁRIOS DE VALIDAÇÃO DO HGEN

Questionário Inicial

Nome:

RA: Ano:

Faculdade:

Idade: Sexo: Masculino Feminino

1 - O computador é algo familiar a você ?

Sim
Parcialmente
Não

2 - Quais os tipos de computadores que você utilizou?

MSX, AppleII, etc.
IBM XT usando DOS
PC usando Windows 3.1x
PC usando Windows 95
PC usando OS/2
Apple Macintosh System 7
Workstation usando Motif ou NextStep

3 - Há quanto tempo você utiliza computadores?

Menos de 1 ano
Entre 1 a 2 anos
Mais de 2 anos

4 - Com que frequência você utiliza o computador?

Diariamente
De 2 a 3 vezes por semana
Uma vez por semana
Esporadicamente
Nunca usa

5 - Qual o computador que geralmente você usa?

5.1 - CPU :

Macintosh
386
486/Pentium

5.2 - Memória :

4 MB
8 MB
16 MB ou mais
Não sei

5.3 - Sistema Operacional :

System 7
Windows 3.1x
Windows 95
OS/2
Unix

5.4 - Dispositivos :

Mouse
Monitor Colorido
Monitor Monocromático
CD-ROM
Placa de Som
Joystick
Microfone

6 - Você se considera alguém que :

Tem facilidade no aprendizado de uso de novos programas e domina bem o computador.
Tem uma dificuldade inicial no aprendizado de uso de novos programas com uma melhora significativa após o uso contínuo.
Tem dificuldade na utilização do computador como ferramenta de trabalho.

7 - Você tem facilidade de manuseio do mouse?

Sim
Parcialmente
Não

8 - Você está familiarizado com o uso de ambiente de janelas (i.e. Windows)?

Totalmente
Parcialmente
Não está acostumado

9 - Você considera a leitura na tela do computador:

Cômoda
Não faz diferença
Incômoda

10 - Você gosta de usar o computador para :

Ferramenta de trabalho usual (editor de texto, apresentação, etc)
Entretendimento (jogos e diversão em geral)
Internet

11 - Quais tipos de programas abaixo você utiliza com grande frequência?

Editor de Texto
Planilha Eletrônica
Programa de Apresentação
Programas Gráficos
Internet (Correio Eletrônico, WWW, etc)
Banco de Dados
Programas de Desenvolvimento (compiladores)

12 - Quais programas abaixo você ja usou?

Word para Windows
WordPerfect
Word para DOS
WordStar
Chiwriter
Write
Excel
Lotus 123
Quattro Pro
PowerPoint
Freelance
Harvard Graphics
Flow Chating
Corel Presentations
Corel Draw
Adobe PhotoShop
Adobe Illustrator
Adobe PageMaker
Ventura
Paint Shop Pro
Aldus PhotoStyler
Autodesk 3DStudio
Lotus Notes
Netscape Navigator
Internet Explorer
Eudora
Approach
Access
Dbase
Paradox
FoxPro
Turbo Pascal
Turbo C
Borland C++
Borland Delphi
Visual Basic
Visual C++
Basic
Prolog
Lisp

13 - Você sabe o que é hipermídia ?

Sim
Não

14 - Você já utilizou algum sistema com hipertexto ou hipermídia ?

Sim

Qual: _____

Não

15 - Você sabe o que são *links* ?

Sim

Não

16 - Você acha que o uso do computador como ferramenta didática:

- Facilita o aprendizado.
- Torna o aprendizado mais agradável.
- Dificulta o aprendizado.
- É indiferente.

Questionário Final

Nome: .....

RA: ..... Ano: .....

Faculdade: .....

Idade: ..... Sexo: Masculino Feminino

1 - A quantidade de informação mostrada nas telas é:

Adequada
Inadequada - excessiva
Inadequada - deficiente

2 - A disposição das informações nas telas é:

Adequada
Inadequada

3 - A interface (o visual) do sistema é:

Agradável
Desagradável

4 - As mensagens que fornecem instrução para a execução de comandos são:

Claras
Confusas
Não sei.

5 - O resultado das operações ou comandos ocorre como esperado ?

Sempre
Frequentemente
Algumas vezes
Nunca

6 - A operação do sistema é:

( ) Fácil
( ) Difícil

7 - A velocidade para aprender a operar o sistema:

( ) Lenta
( ) Rápida

8 - As mensagens e telas de ajuda são:

( ) Claras
( ) Confusas

9 - O acesso a ajuda é:

( ) Fácil
( ) Difícil

---

10 - O uso deste programa torna mais claro a aplicabilidade dos conhecimentos de genética:

( ) Sim
( ) Em parte
( ) Não

11 - Os assuntos tratados são:

( ) Relevantes sempre
( ) Relevantes algumas vezes
( ) Irrelevantes

12 - A apresentação dos dados clínicos, através das informações e fotos do Catálogo de Doença, contribui para o seu interesse:

( ) Sim
( ) Não

13 - Você considera a apresentação de fotos de pacientes:

( ) Necessária
( ) Interessante
( ) Chocante
( ) Inútil

14.1 - Os *links* existentes são adequados:

( ) Sempre
( ) Muitas vezes
( ) Algumas vezes
( ) Nunca

14.2 - Os *links* existentes são úteis:

Sempre
Muitas vezes
Algumas vezes
Nunca

15 - A integração dos módulos de exercício, glossário e catálogo de doenças é:

Adequada Inadequada

Interessante Desinteressante Indiferente

Importante Sem importância

16 - A qualidade das ilustrações é:

Sempre boa
Na maioria das vezes boa
Regular
Na maioria das vezes ruim
Ruim

17 - O uso do computador:

Facilita a compreensão e o aprendizado
Dificulta a compreensão e o aprendizado
É indiferente

18 - O uso do programa torna o aprendizado:

Mais rápido Mais lento Indiferente

Mais interessante Menos interessante Indiferente

Mais agradável Menos agradável Indiferente

19 - As ilustrações apresentadas:

Facilitam o aprendizado
Tornam o aprendizado mais agradável
Dificultam o aprendizado
Não interferem no processo de aprendizagem

20 - A utilização deste sistema como auxiliar às aulas tradicionais é:

Adequada
Inadequada

21 - Seria possível utilizar apenas este sistema, sem as aulas complementares ?

( ) Sim
( ) Não

22 - Utilizar o programa foi:

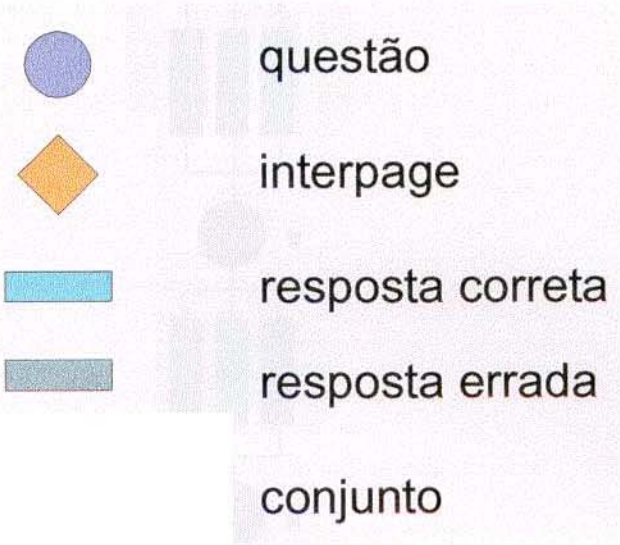
__ Interessante
__ Agradável
__ Cansativo
__ Monótono
__ Útil
__ Indiferente
__ Importante

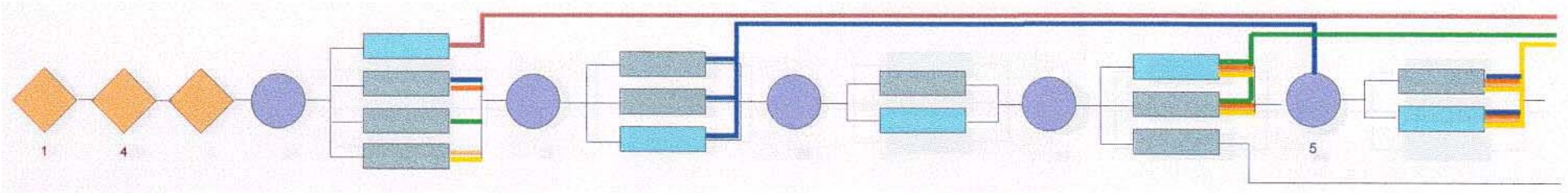
Coloque aqui suas críticas e sugestões sobre o HGEN:

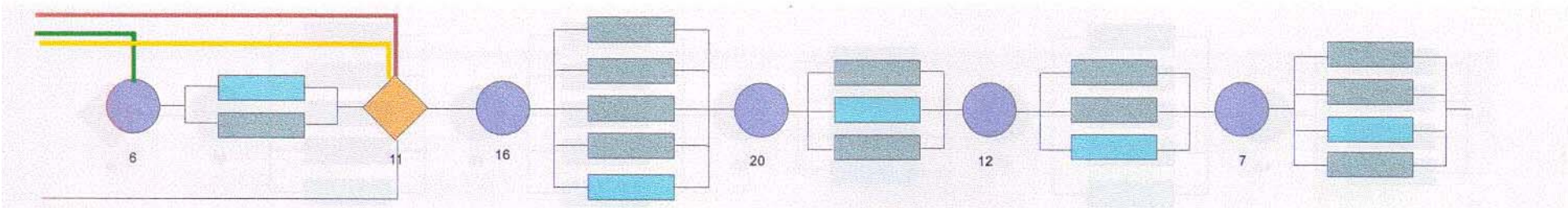
ANEXO 3 – MAPA DE NAVEGAÇÃO DO HGEN

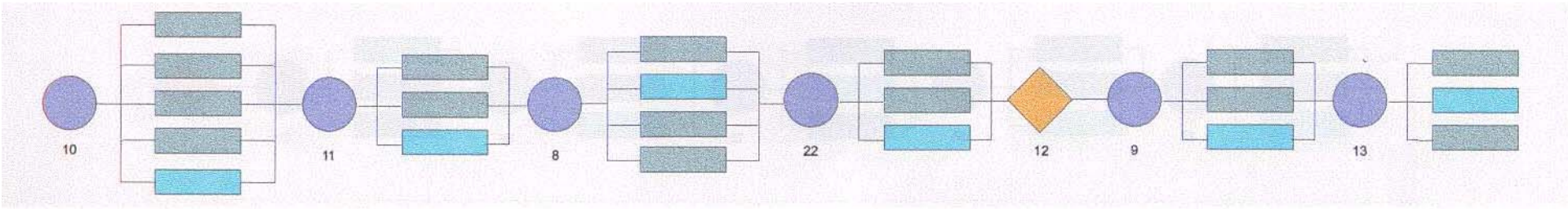
MAPA DE NAVEGAÇÃO DO HGEN

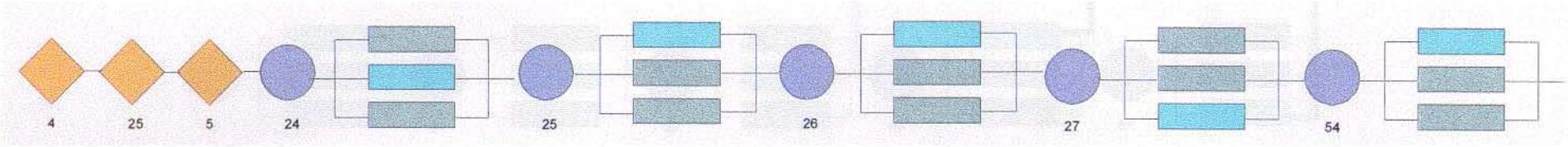
LEGENDA:

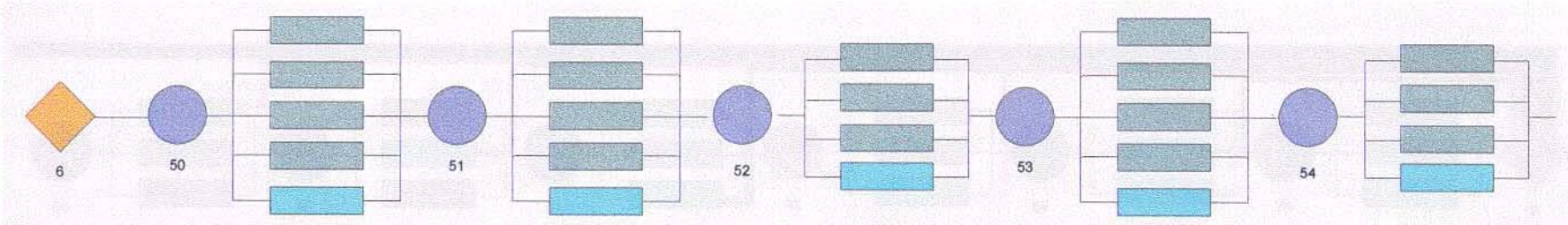


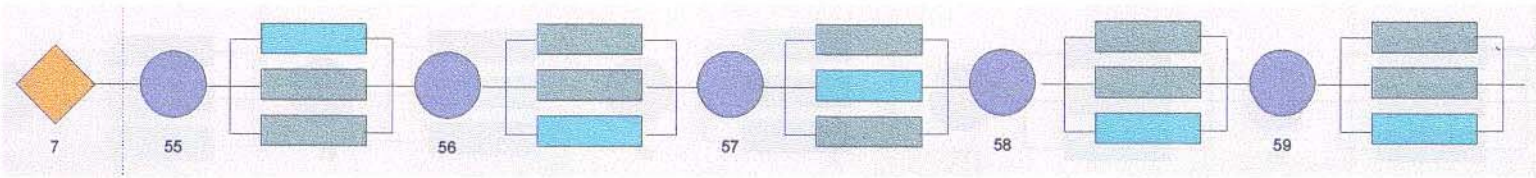

1
4
5

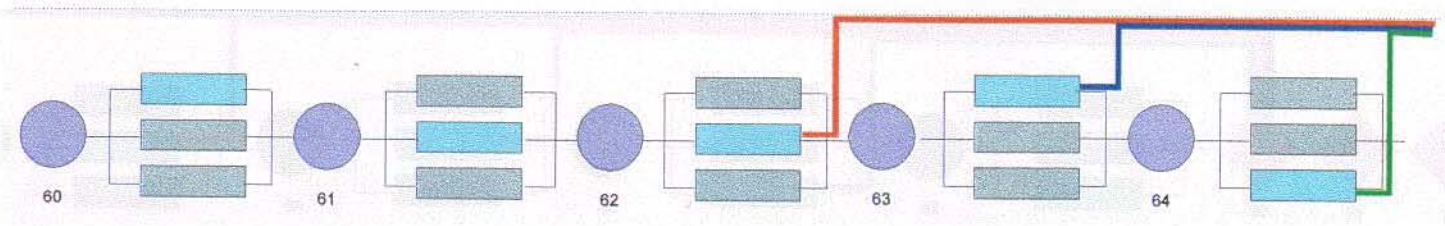

6
11
16
20
12
7

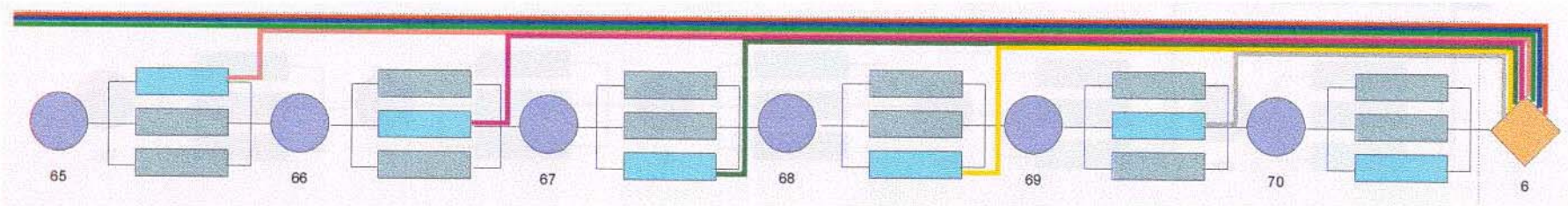

10
11
8
22
12
9
13

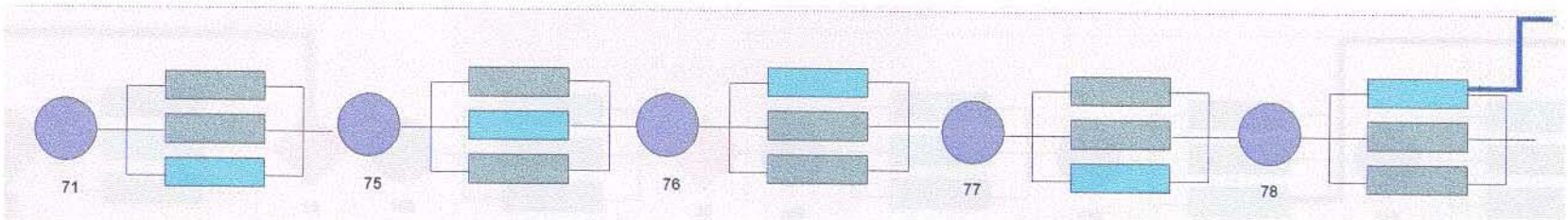

4
25
5
24
25
26
27
54

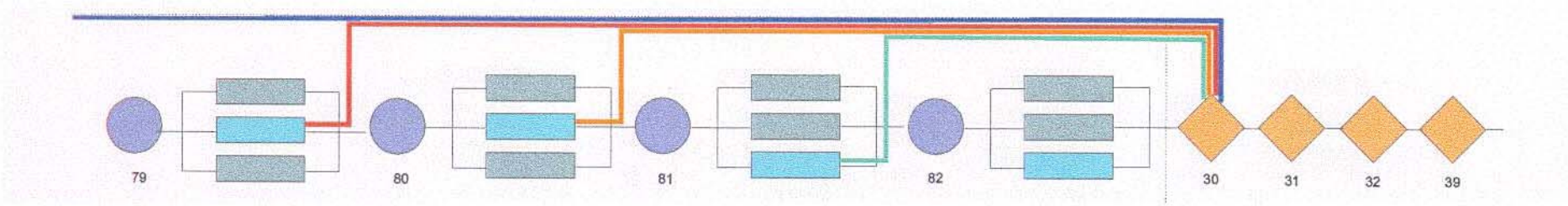

6
50
51
52
53
54

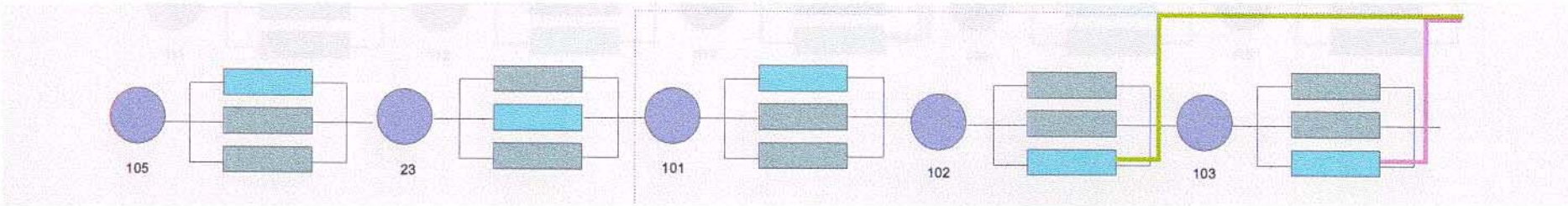

7
55
56
57
58
59

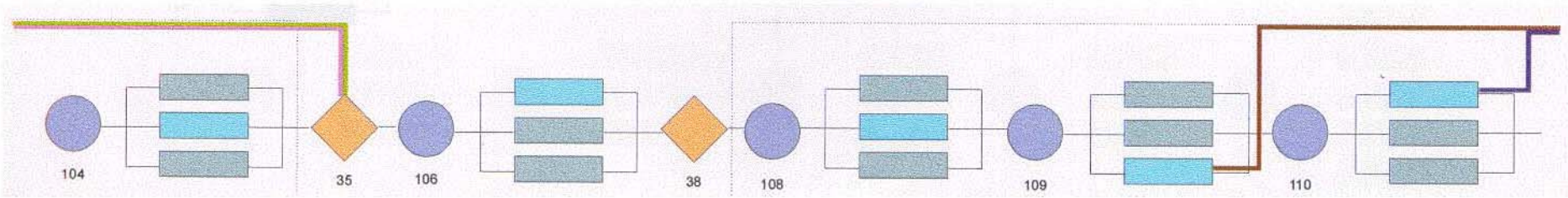

60
61
62
63
64

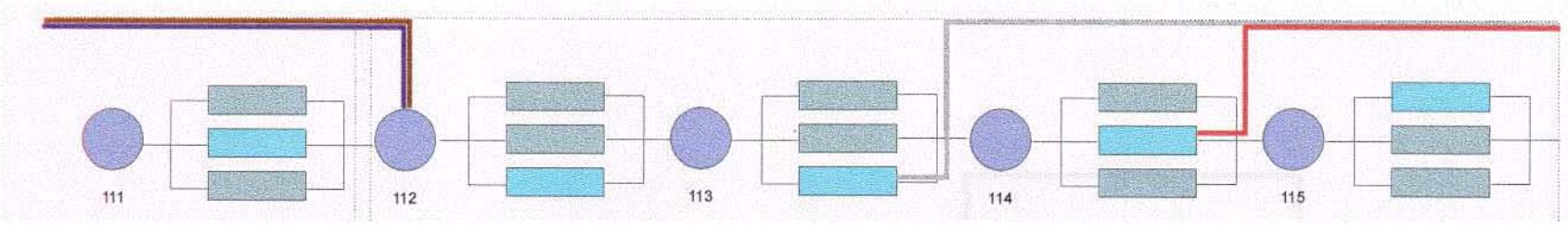

65
66
67
68
69
70
6

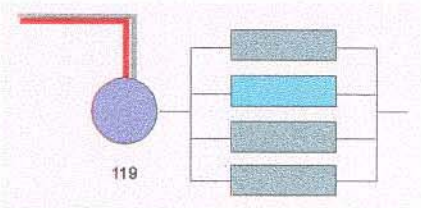

71
75
76
77
78

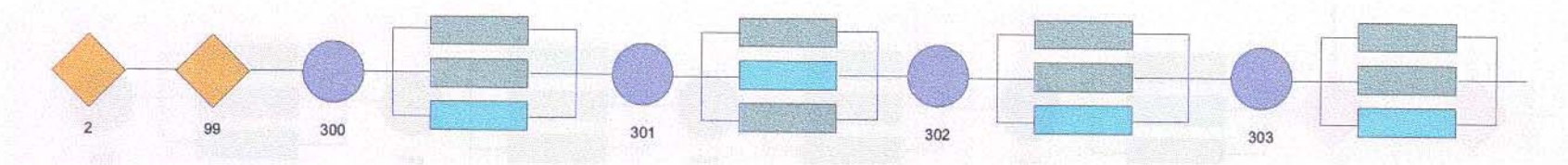

79
80
81
82
30
31
32
39

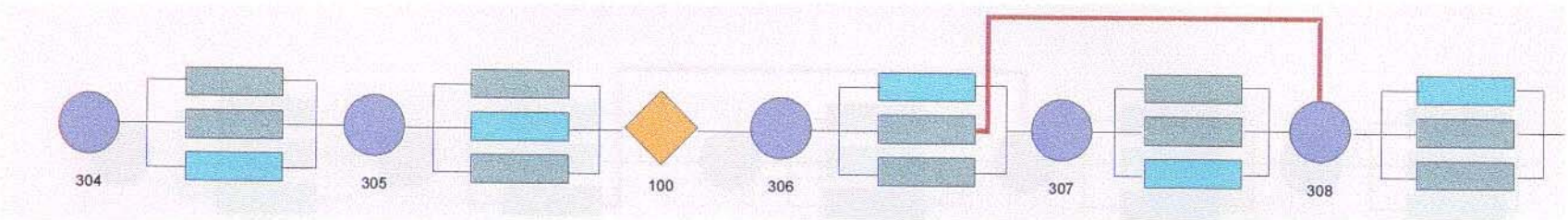

105
23
101
102
103

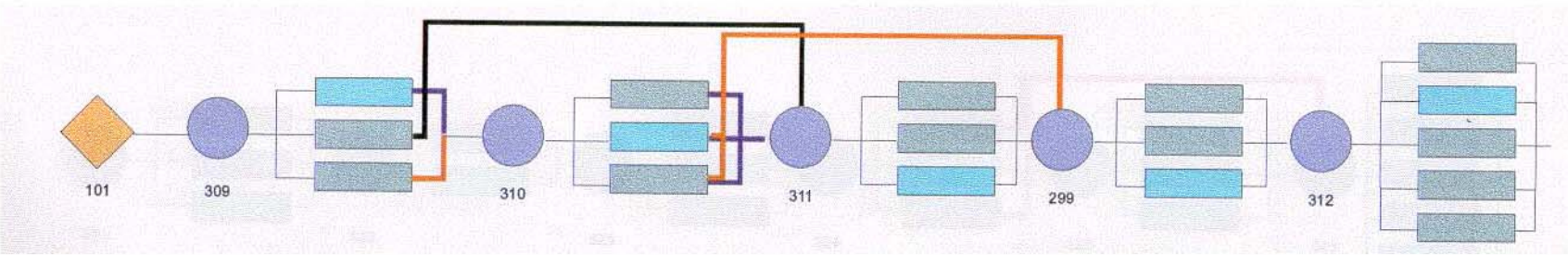

104
35
106
38
108
109
110

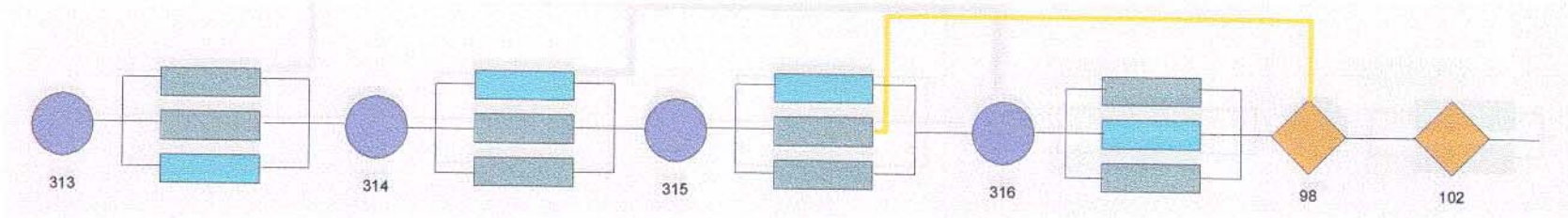

111
112
113
114
115

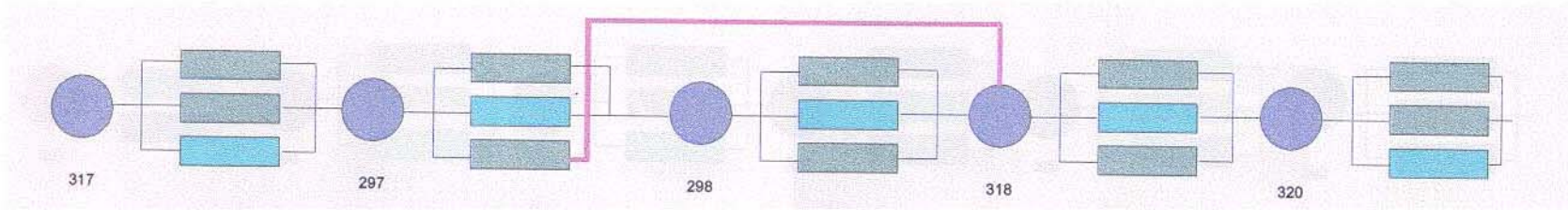

119

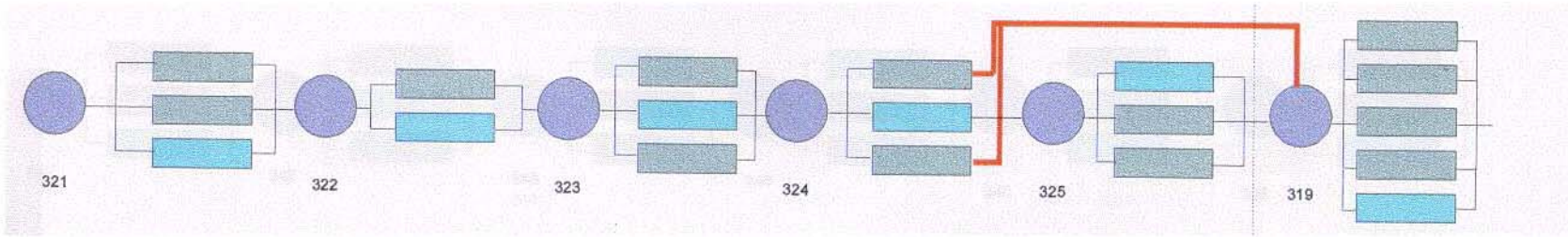

2
99
300
301
302
303

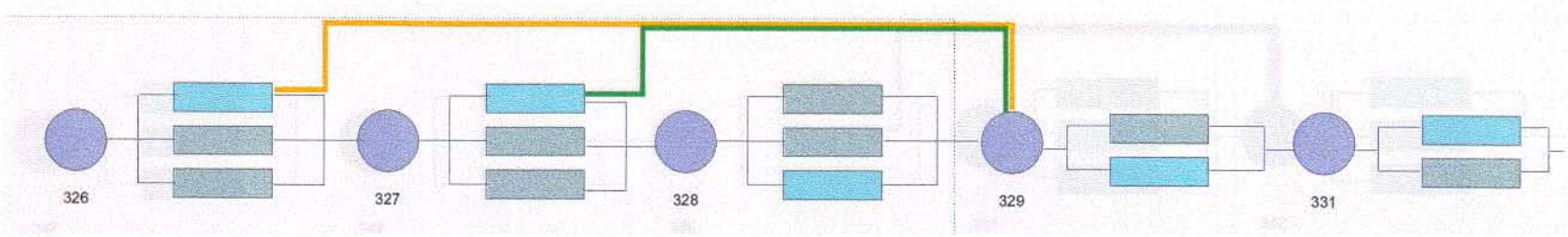

304
305
100
306
307
308

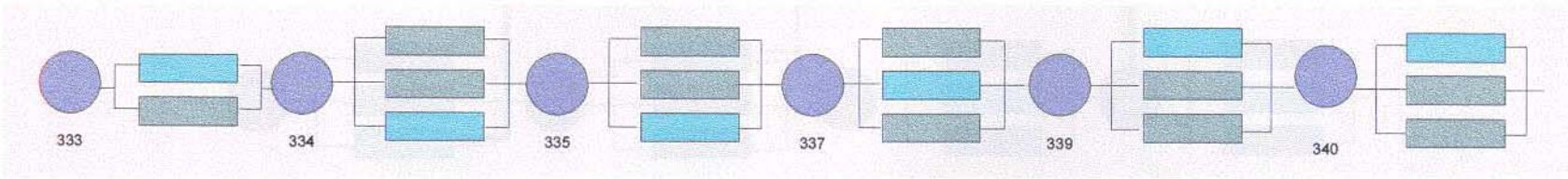

101
309
310
311
299
312

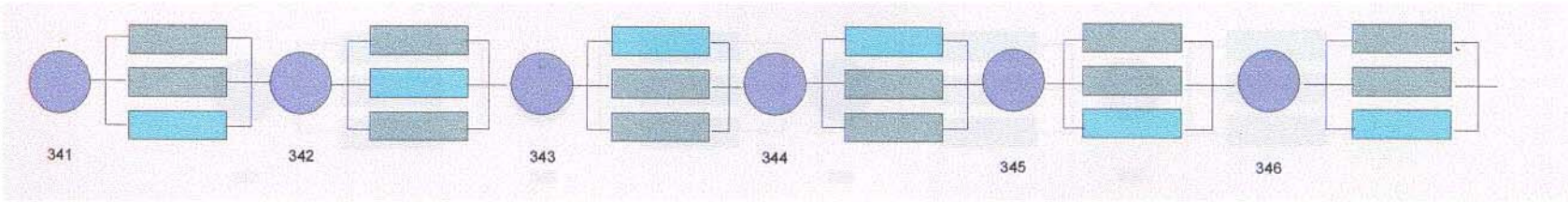

313
314
315
316
98
102

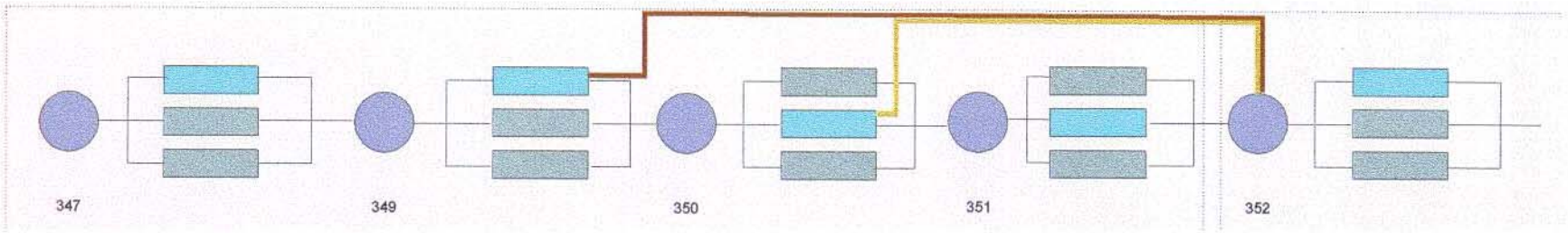

317
297
298
318
320

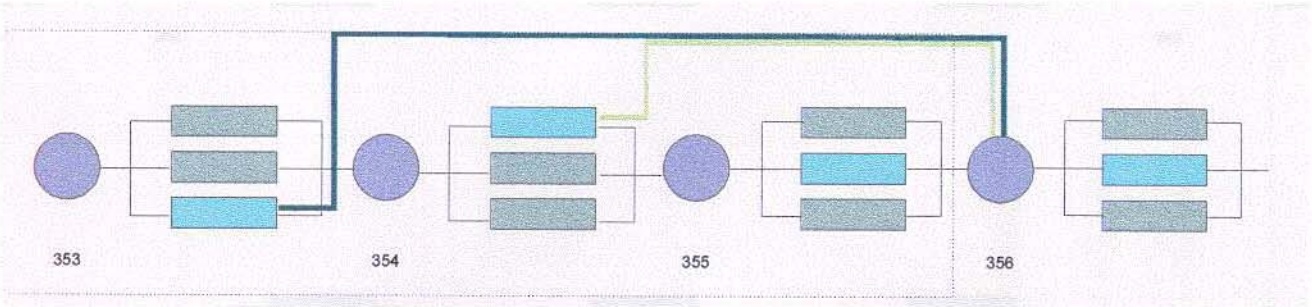

321
322
323
324
325
319

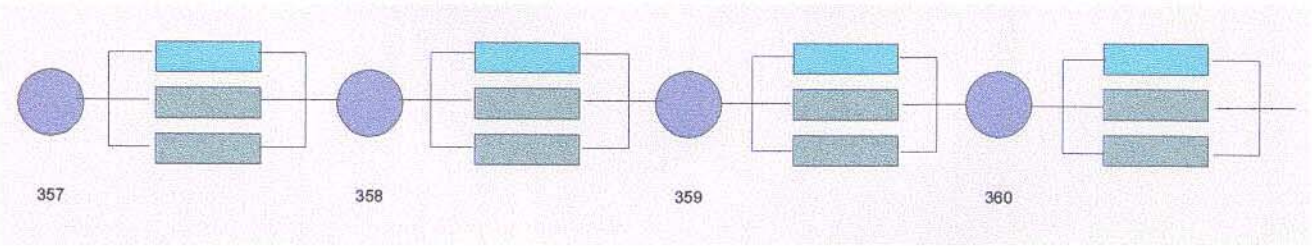

326
327
328
329
331

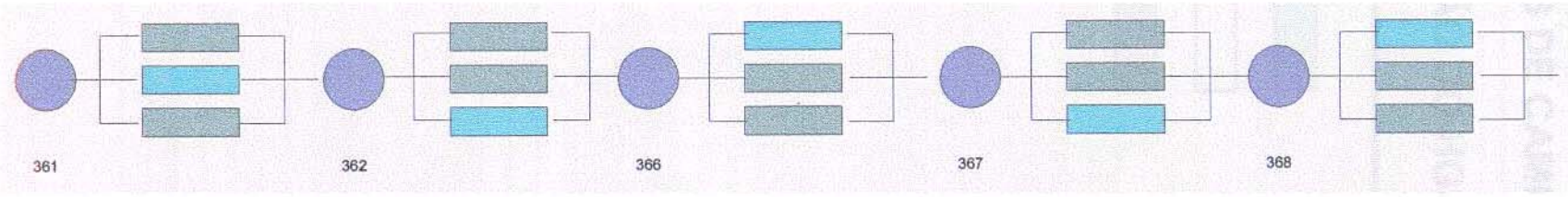

333
334
335
337
339
340

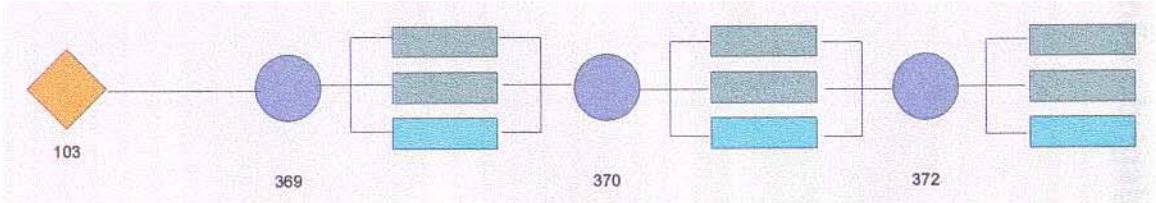

341
342
343
344
345
346


347
349
350
351
352


353
354
355
356


357
358
359
360


361
362
366
367
368


103
369
370
372

FREQÜÊNCIAS DE CAMINHOS PERCORRIDOS NO MAPA DE NAVEGAÇÃO DO HGEN

LEGENDA:

- alternativa correta
- alternativa incorreta
- questões não obrigatórias

DADOS DO GRUPO A

Questão	A	%A	B	%B	C	%C	D	%D	E	%E	Nº parcial	% parcial	Nº total
1	10	31,25%	16	50,00%	3	9,38%	3	9,38%					32
2	2		1	4,55%	19	86,36%					22	68,75%	32
3			6	100,00%							6	18,75%	32
4	4	80,00%	1	20,00%							5	16,13%	31
5	11	57,89%	8	42,11%							19	61,29%	31
6	15	83,33%	3	16,67%							18	58,06%	31
16			8	25,81%					23	74,19%			31
20			27	87,10%	4	12,90%							31
12			1	3,23%	30	96,77%							31
7	2	6,45%			28	90,32%	1	3,23%					31
10	3	9,68%							28	90,32%			31
11	8	25,81%	2	6,45%	21	67,74%							31
8	5	16,13%	22	70,97%	4	12,90%							31
22	5	16,67%	5		20	66,67%							30
9	3	10,00%			27	90,00%							30
13	2	6,67%	28	93,33%									30
24	2	7,14%	15	53,57%	11	39,29%							28
25	21	75,00%	5	17,86%	2	7,14%							28
26	10	76,92%	3	23,08%							13	50,00%	26
27	3	42,86%	1	14,29%	3	42,86%					7	26,92%	26
54	20	76,92%	6	23,08%									26
50							1	4,00%	24	96,00%			25
51					14	56,00%			11	44,00%			25
52	3	12,50%	1	4,17%	3	12,50%	17	70,83%					24
53	1	4,35%							22	95,65%			23
54			2	8,70%			21	91,30%					23
55	16	69,57%	6	26,09%	1	4,35%							23
56			4	17,39%	19	82,61%							23
57	3	13,64%	16	72,73%	3	13,64%							22
58	6	27,27%	1	4,55%	15	68,18%							22
59	1	4,76%	3	14,29%	17	80,95%							21
60	20	95,24%	1	4,76%									21
61	2	9,52%	17	80,95%	2	9,52%							21
62	4	19,05%	16	76,19%	1	4,76%							21
63	8	47,06%	4	23,53%	5	29,41%					17	85,00%	20
64	1	7,69%			12	92,31%					13	65,00%	20
65	5	55,56%	1	11,11%	3	33,33%					9	45,00%	20
66	1		4	80,00%							5	26,32%	19
67					3	100,00%					3	15,79%	19
68					1	100,00%					1	5,26%	19
69											0	0,00%	19
70											0	0,00%	19
71	5	26,32%	5	26,32%	9	47,37%							19
75	5	29,41%	11	64,71%	1	5,88%							17
76	16	94,12%			1	5,88%							17
77	1	5,88%	13	76,47%	3	17,65%							17
78	10	66,67%			5	33,33%							15

Questão	A	%A	B	%B	C	%C	D	%D	E	%E	Nº parcial	% parcial	Nº total
79	1	8,33%	11	91,67%							12	80,00%	15
80	4	66,67%	2	33,33%							6	42,86%	14
81	1	20,00%	1	20,00%	3	60,00%					5	35,71%	14
82			1	33,33%	2	66,67%					3	21,43%	14
105	12	92,31%			1	7,69%							13
23	1	7,69%	7	53,85%	5	38,46%							13
101	3	23,08%	7	53,85%	3	23,08%							13
102			2	16,67%	10	83,33%							12
103			1	12,50%	7	87,50%					8	72,73%	11
104			2	100,00%							2	18,18%	11
106	9	81,82%	1	9,09%	1	9,09%							11
108	1	9,09%	4	36,36%	6	54,55%							11
109	2	20,00%	2	20,00%	7	70,00%							10
110	3	50,00%	2	33,33%	1						6	60,00%	10
111	2	50,00%	1	25,00%	1	25,00%					4	40,00%	10
112	1	11,11%	4	44,44%	4	44,44%							9
113	1	11,11%	1	11,11%	7	77,78%							9
114			4	80,00%	1	20,00%					5	55,56%	9
115			4	100,00%							4	44,44%	9
119	2	25,00%	4	50,00%			2	25,00%					8

DADOS DO GRUPO B

Questão	A	%A	B	%B	C	%C	D	%D	E	%E	Nº parcial	% parcial	Nº total
300					7	100,00%							7
301	2	28,57%	5	71,43%									7
302					7	100,00%							7
303					7	100,00%							7
304					7	100,00%							7
305			7	100,00%									7
306	7	100,00%											7
307					7	100,00%							7
308	7	100,00%											7
309	5	71,43%	1	14,29%	1	14,29%							7
310			6	100,00%							6	85,71%	7
311					6	100,00%					6	85,71%	7
299					7	100,00%							7
312			7	100,00%									7
313			1	14,29%	6	85,71%							7
314	5	71,43%	2	28,57%									7
315	6	85,71%	1	14,29%									7
316	1	16,67%	5	83,33%							6	85,71%	7
317	2	28,57%			5	71,43%							7
297	4	57,14%	1	14,29%	2	28,57%							7
298			4	80,00%	1	20,00%					5	71,43%	7
318			7	100,00%									7
320					7	100,00%							7
321			3	42,86%	4	57,14%							7
322	1	14,29%	6	85,71%									7
323	1	14,29%	6	85,71%									7
324	3	42,86%	2	28,57%	2	28,57%							7
325	2	100,00%									2	28,57%	7
319									7	100,00%			7
326	5	71,43%	2	28,57%									7
327	2	100,00%									2	28,57%	7
328											0	0,00%	7
329			7	100,00%									7
331	5	71,43%	2	28,57%									7
333	6	85,71%	1	14,29%									7
334	4	57,14%			3	42,86%							7
335	1	16,67%			5	83,33%							6
337	2	33,33%	4	66,67%									6
339	4	66,67%	1	16,67%	1	16,67%							6
340	6	100,00%											6
341			1	16,67%	5	83,33%							6
342			6	100,00%									6
343	4	66,67%	2	33,33%									6
344	4	66,67%	1	16,67%	1	16,67%							6
345	3	50,00%			3	50,00%							6
346	4	66,67%			2	33,33%							6
347	6	100,00%											6
349	5	83,33%	1	16,67%									6
350			1	100,00%							1	16,67%	6

Questão	A	%A	B	%B	C	%C	D	%D	E	%E	Nº parcial	% parcial	Nº total
351											0	0,00%	6
352	6	100,00%											6
353			1	16,67%	5	83,33%							6
354	1	100,00%									1	16,67%	6
355											0	0,00%	6
356			6	100,00%									6
357	4	66,67%			2	33,33%							6
358	3	50,00%	1	16,67%	2	33,33%							6
359	6	100,00%											6
360	3	50,00%	3	50,00%									6
361			6	100,00%									6
362					6	100,00%							6
366	5	83,33%			1	16,67%							6
367					6	100,00%							6
368	3	50,00%	3	50,00%									6
369					6	100,00%							6
370	1	16,67%			5	83,33%							6
372					6	100,00%							6

DADOS DO GRUPO C

Questão	A	%A	B	%B	C	%C	D	%D	E	%E	Nº parcial	% parcial	Nº total
300	1	5,56%			17	94,44%							18
301	2	11,11%	16	88,89%									18
302			1	5,56%	17	94,44%							18
303			1	5,56%	17	94,44%							18
304					18	100,00%							18
305			18	100,00%									18
306	18	100,00%											18
307					18	100,00%					18	100,00%	18
308	18	100,00%											18
309	11	61,11%	3	16,67%	4	22,22%							18
310			14	93,33%	1	6,67%					15	83,33%	18
311					14	100,00%					14	77,78%	18
299					18	100,00%							18
312	2	11,11%	15	83,33%			1	5,56%					18
313	4	22,22%	3	16,67%	11	61,11%							18
314	17	94,44%	1	5,56%									18
315	14	77,78%	4	22,22%									18
316			12	85,71%	2	14,29%					14	77,78%	18
317	3	16,67%			15	83,33%							18
297	10	55,56%	5	27,78%	3	16,67%							18
298	2	13,33%	13	86,67%							15	83,33%	18
318			18	100,00%									18
320					18	100,00%							18
321			2	11,11%	16	88,89%							18
322	10	55,56%	8	44,44%									18
323			18	100,00%									18
324	4	22,22%	7	38,89%	7	38,89%							18
325	5	71,43%			2						7	38,89%	18
319	4	22,22%	2	11,11%	1	5,56%			11	61,11%			18
326	9	50,00%	9	50,00%									18
327	9	75,00%	3	25,00%							12	70,59%	17
328	2	66,67%			1	33,33%					3	17,65%	17
329			17	100,00%									17
331	11	64,71%	6	35,29%									17
333	9	52,94%	8	47,06%									17
334	6	35,29%	1	5,88%	10	58,82%							17
335	8	47,06%	3	17,65%	6	35,29%							17
337	3	17,65%	13	76,47%	1	5,88%							17
339	13	76,47%	3	17,65%	1	5,88%							17
340	11	64,71%	3	17,65%	3	17,65%							17
341	2	11,76%	2	11,76%	13	76,47%							17
342			15	88,24%	2	11,76%							17
343	12	70,59%	5	29,41%									17
344	15	88,24%			2	11,76%							17
345	4	23,53%	3	17,65%	10	58,82%							17

Questão	A	%A	B	%B	C	%C	D	%D	E	%E	Nº parcial	% parcial	Nº total
346	12	70,59%	1	5,88%	4	23,53%							17
347	17	100,00%											17
349	12	70,59%	5	29,41%									17
350			5	100,00%							5	29,41%	17
351			1	100,00%							1	5,88%	17
352	16	94,12%	1	5,88%									17
353			1	5,88%	16	94,12%							17
354	1	50,00%			1	50,00%					2	11,76%	17
355			1	100,00%							1	5,88%	17
356	2		11	64,71%	4	23,53%							17
357	8	47,06%	1	5,88%	8	47,06%							17
358	8	47,06%	3	17,65%	6	35,29%							17
359	16	94,12%			1	5,88%							17
360	8	47,06%	8	47,06%	1	5,88%							17
361	1	5,88%	12	70,59%	4	23,53%							17
362					17	100,00%							17
366	11	64,71%	2	11,76%	4	23,53%							17
367	6	35,29%	6	35,29%	5	29,41%							17
368	11	68,75%	3	18,75%	2	12,50%							16
369	1	6,25%	1	6,25%	14	87,50%							16
370	3	18,75%	1	6,25%	12	75,00%							16
372					16	100,00%							16

DADOS DO GRUPO D

Questão	A	%A	B	%B	C	%C	D	%D	E	%E	Nº parcial	% parcial	Nº total
300	5	13,16%	1	2,63%	32	84,21%							38
301			36	94,74%	2	5,26%							38
302	3	7,89%	5	13,16%	30	78,95%							38
303	3	7,89%	3	7,89%	32	84,21%							38
304	3	7,89%			35	92,11%							38
305	1	2,63%	37	97,37%									38
306	29	76,32%	3	7,89%	6	15,79%							38
307					35	100,00%					35	92,11%	38
308	36	94,74%			2	5,26%							38
309	18	47,37%	14	36,84%	6	15,79%							38
310			24	100,00%							24	63,16%	38
311	1	3,13%			31	96,88%					32	84,21%	38
299					38	100,00%							38
312	1	2,63%	31	81,58%	6	15,79%							38
313	2	5,26%	6	15,79%	30	78,95%							38
314	30	78,95%	6	15,79%	2	5,26%							38
315	21	55,26%	15	39,47%	2	5,26%							38
316	3	13,04%	19	82,61%	1	4,35%					23	60,53%	38
317	11	28,95%	2	5,26%	25	65,79%							38
297	5	13,16%	22	57,89%	11	28,95%							38
298			24	85,71%	4	0,142857					28	73,68%	38
318	4	10,53%	34	89,47%									38
320	2	5,26%			36	94,74%							38
321			5	13,16%	33	86,84%							38
322	12	31,58%	26	68,42%									38
323	1	2,63%	36	94,74%	1	2,63%							38
324	8	21,05%	15	39,47%	15	39,47%							38
325	15	100,00%									15	39,47%	38
319	2	5,26%	4	10,53%			1	2,63%	31	81,58%			38
326	29	76,32%	7	18,42%	2	5,26%							38
327	6	40,00%	8	53,33%	1	6,67%					15	39,47%	38
328	1	10,00%	3	30,00%	6	60,00%					10	26,32%	38
329	2	5,26%	36	94,74%									38
331	30	78,95%	8	21,05%									38
333	29	78,38%	8	21,62%									37
334	5	13,89%	1	2,78%	30	83,33%							36
335	19	54,29%	4	11,43%	12	34,29%							35
337	9	25,71%	23	65,71%	3	8,57%							35
339	30	88,24%	2	5,88%	2	5,88%							34
340	23	71,88%	1	3,13%	8	25,00%							32
341			4	12,50%	28	87,50%							32
342			30	93,75%	2	6,25%							32
343	24	75,00%	8	25,00%									32
344	30	96,77%	1	3,23%		0,00%							31
345	6	23,08%	3	11,54%	17	65,38%							26
346	10	38,46%			16	61,54%							26

Questão	A	%A	B	%B	C	%C	D	%D	E	%E	Nº parcial	% parcial	Nº total
347	20	86,96%	3	13,04%									23
349	17	73,91%	5	21,74%	1	4,35%							23
350	1	14,29%	4	57,14%	2	28,57%					7	30,43%	23
351			4	100,00%							4	17,39%	23
352	19	82,61%	4	17,39%									23
353			3	13,04%	20	86,96%							23
354	5	100,00%									5	27,78%	18
355											0	0,00%	17
356			12	85,71%	2	14,29%							14
357	10	83,33%			2	16,67%							12
358	8	72,73%			3	27,27%							11
359	11	100,00%											11
360	3	27,27%	8	72,73%									11
361			10	90,91%	1	9,09%							11
362	1	9,09%	1	9,09%	9	81,82%							11
366	3	100,00%											3
367					1	100,00%							1
368													0
369													0
370													0
372													0