

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO**

**A GENÉTICA SE FAZ PRESENTE NO VESTIBULAR DA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**

Jonice Ferreira de Macedo Nascimento

**FLORIANÓPOLIS**

**2003**

**JONICE FERREIRA DE MACEDO NASCIMENTO**

**A GENÉTICA SE FAZ PRESENTE NO VESTIBULAR DA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**

**Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Educação, Curso de Pós-Graduação em Educação, Linha de Investigação Educação e Ciências, da Universidade Federal de Santa Catarina.**

**Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Sylvia Regina Pedrosa Maestrelli**

**Co-orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Vivian Leyser da Rosa**

**FLORIANÓPOLIS**

**2003**

Dedico essa dissertação a mim mesma, pois só eu sei os momentos de angústia, dificuldades e inspirações (ou falta destas!) pelos quais passei.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela minha vida e família.

Ao meu marido, Mário César, pelo incentivo, ombro amigo e paciência no decorrer do curso. E ainda pela sua tolerância nos meus momentos de angústia.

Aos meus pais, por sempre me incentivarem a estudar, proporcionando oportunidade de freqüentar boas escolas.

Às professoras Nadir Ferrari, Vivian Leyser da Rosa e Sylvia Maestrelli, pela orientação e apoio nos momentos difíceis. Em especial à Vivian, por ter lido e relido, algumas dezenas de vezes, os parágrafos incoerentes e desconexos que apareceram entre os manuscritos. Obrigada pela paciência!

A todos os professores do Programa da Pós, com os quais tive aulas e contribuíram para minha maturidade acadêmica. Em especial ao professor Demétrio Delizoicov, que através de suas críticas construtivas auxiliou no desenvolver da dissertação, desde o estabelecimento dos objetivos até a definição na qualificação.

Ao professor Lucídio Bianchetti, pela atenção e amparo quando necessário.

Ao Elio Ricardo, que de última hora me ajudou a pensar e se prontificou a me ajudar a enxergar o que ainda não tinha visto. Nossa conversa foi essencial para o rumo final da dissertação. Obrigada pelo seu tempo e sua dedicação sem pedir nada em troca.

Aos professores da banca: Demétrio, Paulo e Maria Cristina, que tão prontamente aceitaram o convite.

Aos colegas de curso, em especial às amigas que marcaram, Alcionete e Taciana.

E às eternas amigas e confidentes de todas as horas, Mirna e Melissa.

À CAPES, pelo apoio financeiro que muito contribuiu para o término do mestrado. À Coperve, pelo fornecimento dos materiais essenciais ao desenvolvimento da pesquisa.

*Vestibular: Provar que mesmo com os nervos trincados, com cobranças por todos os lados e com o tempo desesperado, você ainda consegue lembrar que  $2 + 2 = 4$ .*

*Flávia Serrão*

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE QUADROS</b> .....	viii
<b>RESUMO</b> .....	ix
<b>ABSTRACT</b> .....	x
<b>APRESENTAÇÃO</b> .....	xi
<b>1 A GENÉTICA NO VESTIBULAR: OBJETIVOS E METODOLOGIA</b> .....	1
<b>1.1 PROBLEMA E HIPÓTESES</b> .....	1
<b>1.2 OBJETIVOS</b> .....	3
<b>1.2.1 Objetivo Geral</b> .....	3
<b>1.2.2 Objetivos Específicos</b> .....	4
<b>1.3 METODOLOGIA</b> .....	4
<b>1.3.1 A Metodologia Utilizada</b> .....	4
<b>1.3.2 O Material</b> .....	7
<b>2 PARÂMETROS E PROPOSTA CURRICULAR GOVERNAMENTAL</b> ....	8
<b>2.1 A LDB, AS DIRETRIZES CURRICULARES E OS PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS DO ENSINO MÉDIO</b> .....	8
<b>2.1.1 Discutindo os PCNEMs para o Ensino de Biologia</b> .....	11
<b>2.2 A PROPOSTA CURRICULAR DE SANTA CATARINA</b> .....	16
<b>2.2.1 Discutindo a Proposta Curricular do Estado</b> .....	17
<b>2.3 COMPARANDO OS PCNEMs E A PCSC</b> .....	20
<b>3 O VESTIBULAR</b> .....	23
<b>3.1 HISTÓRICO</b> .....	23
<b>3.2 O VESTIBULAR DA UFSC</b> .....	25
<b>3.3 O PROGRAMA PRÓPRIO DO VESTIBULAR</b> .....	29

<b>3.4 O CONCURSO DO TIPO VESTIBULAR.....</b>	<b>31</b>
<b>4 ENSINANDO GENÉTICA.....</b>	<b>34</b>
<b>4.1 O ENSINO EM GERAL.....</b>	<b>34</b>
<b>4.2 O ENSINO DE BIOLOGIA NO ENSINO MÉDIO.....</b>	<b>35</b>
<b>4.2.1 O Ensino de Genética dentro da Biologia.....</b>	<b>36</b>
<b>4.2.1.1 Encontros Perspectivas do Ensino de Biologia (EPEBs).....</b>	<b>39</b>
<b>4.2.1.2 Encontros Nacionais de Pesquisa em Educação e Ciências (ENPECs).....</b>	<b>52</b>
<b>4.2.1.3 Congressos Nacionais de Genética (CNGs).....</b>	<b>53</b>
<b>4.2.1.4 O Panorama das Pesquisas sobre Ensino de Genética.....</b>	<b>78</b>
<b>5 A GENÉTICA NO VESTIBULAR: A ANÁLISE DAS QUESTÕES DE GENÉTICA NO VESTIBULAR DA UFSC DE 1991 A 2001.....</b>	<b>81</b>
<b>5.1 AS PROVAS DE BIOLOGIA E AS QUESTÕES DE GENÉTICA.....</b>	<b>81</b>
<b>5.1.1 A Presença de Alternativas.....</b>	<b>84</b>
<b>5.1.2 O Conteúdo de Genética Abordado.....</b>	<b>86</b>
<b>5.1.3 A Forma de Enunciar a Questão.....</b>	<b>89</b>
<b>5.1.4 A Atualidade dos Temas.....</b>	<b>91</b>
<b>5.1.5 A Apresentação Gráfica da Questão.....</b>	<b>94</b>
<b>5.2 O GRAU DE DIFICULDADE DAS QUESTÕES.....</b>	<b>95</b>
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>99</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>106</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>122</b>

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b>	Síntese de trabalhos apresentados nos Encontros Perspectivas do Ensino de Biologia (EPEBs), agrupados por tema de trabalho e autor(es).....	39
<b>Quadro 2</b>	Síntese de trabalhos apresentados nos Encontros Nacionais de Pesquisa em Educação e Ciências (ENPECs), agrupados por tema de trabalho e autor(es).....	52
<b>Quadro 3</b>	Síntese de trabalhos apresentados nos Congressos Nacionais de Genética (CNGs), agrupados por tema de trabalho e autor(es).....	54
<b>Quadro 4</b>	Classificação das provas por área da Biologia e a quantidade de questões correspondentes.....	83
<b>Quadro 5</b>	Distribuição das questões de genética relativas à presença ou ausência de alternativas.....	85
<b>Quadro 6</b>	Classificação das questões de genética de acordo com o conteúdo abordado: quantidade de questões.....	87
<b>Quadro 7</b>	Classificação das questões de genética quanto à forma de enunciar a questão: quantidade de questões.....	90
<b>Quadro 8</b>	Classificação das questões de genética quanto à atualidade dos temas.....	92
<b>Quadro 9</b>	Classificação das questões de genética quanto à apresentação gráfica.....	94
<b>Quadro 10</b>	Grau de dificuldade e percentual de acerto por questão de genética.....	96

## RESUMO

Foi feita a análise das provas dos concursos vestibulares realizados pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), no período de 1991 a 2001, enfocando as questões de genética incluídas nas provas de Biologia. Utilizou-se metodologia de caráter qualitativo, orientada pela análise de conteúdo. O estudo justifica-se pela importância de se verificar o panorama dos temas em genética que estão em evidência e aparecem com mais frequência, bem como analisar de que forma tais conteúdos estão relacionados aos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEMs) e à Proposta Curricular de Santa Catarina (PCSC). Onze provas de Biologia foram obtidas com a Comissão Permanente do Vestibular (Coperve) da UFSC, num total de 168 questões. Organizaram-se as questões de acordo com o roteiro de estudo contido no manual do candidato. As 36 questões de genética (21,43%) foram classificadas conforme cinco critérios: presença de alternativas; conteúdo de genética abordado; forma de enunciar a questão; atualidade dos temas; apresentação da questão. A análise dessas questões mostrou que houve uma mudança, ao longo do período, quanto à forma de abordagem e atualização dos temas, exigindo do vestibulando conhecimentos abrangentes sobre os temas básicos de genética, como leis mendelianas e padrões de herança, além dos conteúdos expostos em noticiários da mídia eletrônica (rádio, televisão e internet) e da mídia impressa (jornais e revistas).

Palavras-chave: Ensino de Biologia; Ensino de Genética; Vestibular.

## **ABSTRACT**

An analysis of the University entrance exams carried out by the Federal University of Santa Catarina (UFSC) was performed, covering the period from 1991 to 2001, focusing the questions about genetics included in the Biology exams. A qualitative methodology was used, in special a content analysis of federal and state government documents regarding secondary education and excerpts of entrance exams provided by the Permanent Commission of Vestibular (Coperve) of UFSC. The importance of the present study is justified by the need of verifying which topics of genetics are in evidence and appear more frequently in the exams, as well as analysing the way by which contents are related to the National Curricular Parameters of Secondary Education (PCNEMs) and to the Curricular Proposal of Santa Catarina (PCSC). Eleven Biology exams were provide by Coperve, composing a total number of one hundred and sixty eight questions. These questions were classified and organized according to different Biology contents listed in the study guide received by candidates when they register for the annual entrance exams. Thirty six questions dealing with contents in genetics were identified. These questions were further classified according to five criteria: presence or not of alternatives for answers; specific genetics content covered by the question; way of enunciating the question; presence or not of new scientific knowledge or information; way of presenting the question. The analysis of this group of questions revealed that there has been a change, along the years, concerning the way these questions are presented for the candidates, demanding from them increased knowledge of basic contents in genetics, such as patterns of inheritance and mendelian laws, as well as a broad and updated knowledge of new contents presented in the media, both electronic (radio, television and internet) and printed (newspapers and magazines).

**Key-words:** Biology Education; Teaching of Genetics; University Entrance Exams.

## APRESENTAÇÃO

Essa apresentação tem o propósito de ressaltar um item que senti falta quando li algumas teses e dissertações: um breve histórico dos autores dos trabalhos. Portanto, farei o meu histórico.

Sou graduada bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Santa Catarina. Então, o leitor poderia até se perguntar por que uma bacharel está fazendo Mestrado em Educação? Boa pergunta! Eu também já me questionei isso. Mas tenho a explicação.

Quando entrei no curso de Biologia, tinha o interesse de ser uma bióloga de laboratório; trabalhar no meio de tubos de ensaio, o que ainda não perdi o interesse. Porém, é sabido que tudo na vida um dia pode mudar, e meu rumo entrou em outro caminho.

Resolvi não cursar a Licenciatura, pois meu propósito nunca foi ser professora, embora goste muito de ensinar. Tive algumas experiências em sala de aula. Ministrei a disciplina de Ciências em uma escola pública por um semestre, caso este que me decepcionou muito pela falta de interesse dos alunos.

Às vésperas do último ano da graduação, percebi que estava terminando o curso e precisava realizar um trabalho de pesquisa para a conclusão do bacharelado. Foi quando procurei a área de meu interesse: genética.

Por ironia do destino, a proposta que recebi foi a de realizar pesquisa no campo do ensino de genética! Mas eu poderia fazer isso sem ser licenciada? Claro que sim! Por que não investigar esse desinteresse que constatei na minha pouca

experiência em sala de aula? Foi o que fiz. Meu trabalho de conclusão mostrou explicações dos alunos sobre a disciplina de genética e sua relação com o cotidiano.

Concluída a graduação, surgiu a oportunidade de ingressar no Mestrado em Educação e, primeiramente, a idéia principal foi a de dar continuidade ao meu trabalho anterior. Logicamente as idéias tomaram outros rumos.

Ao final do projeto de pesquisa, defini que abordaria as questões de genética presentes na prova de Biologia do concurso vestibular da Universidade Federal de Santa Catarina, ressaltando como os temas em genética estão sendo tratados e como são essas questões, do ponto de vista da apresentação e dos conteúdos nelas questionados.

Sendo assim, surgiu a necessidade de buscar embasamento em documentos oficiais para verificar como o Ensino Médio está orientando os alunos que possivelmente prestarão o vestibular. É aí que entram as discussões sobre os Parâmetros Curriculares do Ensino Médio e a Proposta Curricular de Santa Catarina.

Esses documentos educacionais provêm a formação do indivíduo como cidadão, visando sua preparação básica para o trabalho e possibilitando seu aprimoramento como pessoa. A escola pública de hoje, no fundo, não está capacitando seus alunos para esses princípios e muito menos para um concurso do tipo vestibular, que abrange todos os conteúdos do Ensino Médio.

Analisando apenas a disciplina de Biologia, é possível perceber como o ensino está deixando a desejar. Enfocando o tema genética, dentro da Biologia, nota-se que essa área está crescendo a cada dia, bem como os estudos sobre seu ensino; mas ainda assim são apontados muitos defeitos na educação e nenhuma solução!

Evidentemente não será essa dissertação que resolverá todos os problemas existentes, e pretendo apontar também mais alguns questionamentos sobre as questões de genética, sobretudo, tentar de alguma maneira sugerir focos de mudança na abordagem dos temas de genética que vêm sendo questionados no vestibular.

A dissertação foi organizada em seis capítulos. No primeiro capítulo, foram abordados os aspectos metodológicos da pesquisa, caracterizando seu tipo, o material

utilizado e a metodologia empregada; contém ainda os objetivos gerais e específicos do trabalho.

No segundo capítulo, foi realizada uma discussão sobre o que os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio e a Proposta Curricular de Santa Catarina abordam sobre a disciplina de Biologia, ressaltando os conteúdos de genética quando possível, e a comparação entre esses dois documentos governamentais.

No terceiro capítulo, foi abordado o vestibular, fazendo um breve histórico do concurso no País e na UFSC, bem como analisando o programa de Biologia, que é a base das questões incluídas na prova.

No quarto capítulo, apresentou-se uma revisão bibliográfica sobre os trabalhos em ensino de genética dos últimos 15 anos no Brasil em congressos, encontros e seminários da área. Procurou-se destacar o crescente interesse que essa área vem despertando entre os vários pesquisadores, em diferentes instituições.

O quinto capítulo trouxe os resultados obtidos a partir da análise das questões de genética no vestibular da UFSC. Esses dados foram organizados em forma de quadros que identificaram as questões de cada ano de prova, em cada categoria, ilustrando-se com alguns exemplos retirados das provas.

Por fim, o sexto capítulo apresentou as considerações finais do trabalho, ressaltando as conclusões obtidas sobre as categorias das questões e a comparação feita entre o concurso e os parâmetros governamentais. Concluiu-se a dissertação oferecendo sugestões para futuras pesquisas.

# 1 A GENÉTICA NO VESTIBULAR:

## OBJETIVOS E METODOLOGIA

Nesse capítulo inicial, foram destacados o problema de pesquisa, os objetivos geral e específicos e a metodologia utilizada para a realização do trabalho.

### 1.1 PROBLEMA E HIPÓTESES

A palavra *problema* traz muitos questionamentos. Fez-se aqui alguns deles e pretendeu-se respondê-los ao longo do trabalho.

É comum alunos do Ensino Médio perguntarem aos professores em sala de aula: “isso (o conteúdo ministrado) é questionado no vestibular?” Novamente o ‘vestibular’. O “bicho-de-sete-cabeças” tão temido dos estudantes da terceira série do Ensino Médio. Mas será que realmente é um bicho tão grande? Bom, esse não é o foco de investigação desse trabalho, mas sim saber *em que* e *como* os programas escolares governamentais aparecem nas questões de Biologia no vestibular.

A Resolução da Comissão Permanente do Vestibular (Coperve), da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Art. 1º, “indica que o vestibular tem por objetivo: 1 - avaliar a aptidão e as habilidades dos alunos egressos do Ensino Médio para a continuidade dos estudos em nível superior; 2 - verificar o grau de domínio do conhecimento exigido até o nível de complexidade do Ensino Médio, de acordo com os princípios preconizados pelos Parâmetros Curriculares Nacionais

(PCNs); 3 - interagir com o Ensino Médio” (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, 2002, p.11).

Os princípios citados no item dois são os que se referem à orientação da reformulação curricular do Ensino Médio, a qual preconiza “a formação geral, em oposição à formação específica; o desenvolvimento de capacidades de pesquisar, buscar informações, analisá-las e selecioná-las; a capacidade de aprender, criar, formular, ao invés do simples exercício de memorização” (BRASIL, 1999, p.16), como metas de tal nível de educação básica.

O processo de seleção do vestibular avalia a aptidão e as habilidades dos alunos em certas disciplinas, mas o conceito de *avaliação* não é bem empregado, pois em alguns casos, depende da capacidade do candidato em ter boa memorização de conteúdo.

Sabe-se que para um aluno de Ensino Médio que não pretende seguir seus estudos no Ensino Superior é suficiente ter um conhecimento amplo (digamos saber um pouco de tudo) de cada disciplina; entretanto, quando se trata do vestibular, o exercício de memorização é essencial. Como bem coloca Sturion (2001), os concursos vestibulares fundamentam-se na memorização.

Na Proposta Curricular de Santa Catarina (PCSC), houve uma preocupação de que o ensino de ciências possibilite que o aluno seja capaz de elaborar conceitos abstratos necessários para a ação sobre o mundo, e, ainda, que o ensino de ciências promova condições fundamentais para que o educando transforme cada vez mais a si mesmo e a seu mundo, sendo ao mesmo tempo transformado nesse processo (SANTA CATARINA, 1998).

Observou-se que, nesse documento, não houve menção aos estudos posteriores ao Ensino Médio. A finalidade evidente foi a atenção do ensino para a vida e a educação para o cotidiano do aluno. Mas a Lei nº 9.394/96 presente nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEMs) coloca que o ensino deve permitir ao educando “o desenvolvimento das competências para continuar aprendendo, de

forma autônoma e crítica, em níveis mais complexos de estudos” (BRASIL, 1999, p.22).

O ensino para a vida cotidiana de um aluno é importante para o indivíduo que queira ou não prosseguir seus estudos. Caso haja interesse na continuidade do ensino, o estudante deve ingressar em uma faculdade/universidade de seu interesse. Sendo assim, na maioria das vezes, é necessário submeter-se a um concurso vestibular. Concurso este que aborda as disciplinas estudadas no Ensino Médio e as questões da atualidade a elas relacionadas.

Viu-se então a importância de se verificar qual a relação existente entre as orientações e os conteúdos das provas do vestibular da UFSC com os documentos oficiais estabelecidos tanto pelo governo federal (PCNEMs) como pelo governo estadual de Santa Catarina (PCSC). Analisou-se se houve uma conexão entre esses documentos ou se o contexto de interdisciplinaridade e avaliação das competências e habilidades dos alunos estão presentes em documentos tão distintos.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo Geral

Analisar os conteúdos de Biologia, em especial os temas de genética que são solicitados no concurso vestibular da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e relacioná-los com as orientações presentes nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEMs) e na Proposta Curricular de Santa Catarina (PCSC).

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- a) verificar como os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio se referem à disciplina de Biologia;
- b) verificar o que a Proposta Curricular de Santa Catarina indica como conteúdo programático para o terceiro ano do Ensino Médio, na disciplina de Biologia, em especial em relação aos conteúdos de genética;
- c) verificar se as diretrizes governamentais (PCNEMs e PCSC) para o Ensino Médio, no que diz respeito ao ensino de Biologia, fornecem indicativos e recomendações que permitam relacioná-las com o programa e com os conteúdos da prova de Biologia do vestibular da UFSC;
- d) analisar, a partir do material relativo às provas de Biologia dos vestibulares da UFSC, do período de 1991 a 2001, as questões com conteúdos de genética, buscando identificar aspectos, como o tipo de elaboração da questão, o conteúdo abordado, a forma de enunciar a questão, a atualidade dos temas abordados e a apresentação da questão.

## **1.3 METODOLOGIA**

### **1.3.1 A Metodologia Utilizada**

O trabalho teve como um dos objetivos analisar os conteúdos das provas de Biologia do vestibular da UFSC, e, em especial, as questões de genética.

Sob esse aspecto, a pesquisa caracterizou-se como sendo qualitativa; pois “a pesquisa qualitativa tem o ambiente natural como sua fonte direta de dados e o pesquisador como seu principal instrumento” (LÜDKE; ANDRÉ, 1986, p.11).

Entretanto, em decorrência da categorização das questões das provas, houve a necessidade de se elaborar quadros, enumerando a quantidade de questões agrupadas em cada categoria. Apesar de serem apresentados quadros numéricos, não se pretendeu realizar análises de testes estatísticos entre variáveis. Os números apresentados referem-se à quantidade de questões relativas ao tema exposto e não foram considerados variáveis.

A abordagem metodológica utilizada foi a análise documental, que busca apresentar o conteúdo de um documento de modo a facilitar consultas posteriores, mantendo o máximo de informações (BARDIN, 1977). Para Bardin (1977), as vantagens da utilização de análise documental são que os documentos constituem uma fonte estável e rica, podem ser consultados várias vezes e servir de base a diferentes estudos; são fontes das quais podem ser retiradas as evidências que fundamentam as afirmações e declarações do pesquisador; são fontes de informação contextualizada e fornecem informações sobre esse mesmo contexto.

Para Triviños (1987), a análise documental é um “tipo de estudo descritivo que fornece ao investigador a possibilidade de reunir uma grande quantidade de informação sobre leis estaduais, processos e condições escolares, planos de estudo, requisitos de ingresso, livros-textos, etc.” (TRIVIÑOS, 1987, p.111).

Bardin (1977) definiu a análise documental como “uma operação ou um conjunto de operações visando representar o conteúdo de um documento sob uma forma diferente da original, a fim de facilitar num estado ulterior, a sua consulta e referência” (BARDIN, 1977, p.45). Também afirmou que, dentro da análise documental, é necessário se fazer uma categorização dos documentos e, assim, agrupá-los em critérios comuns ou que possuem analogias no seu conteúdo, constituindo a análise de conteúdo.

Segundo Triviños (1987), as fases da análise de conteúdo são: pré-análise, análise do material e tratamento dos resultados.

a) pré-análise: fase de organização. Visa operacionalizar e sistematizar as idéias, elaborando um esquema preciso de desenvolvimento. Abrange três aspectos: a

escolha do material, a formulação de hipóteses e objetivos e a elaboração de indicadores para a interpretação dos resultados.

Nessa fase da pesquisa, foi determinado o número de provas que seriam analisadas, dez ao todo (correspondendo a dez anos de concurso vestibular). A década de 90 foi o período escolhido para análise das provas por ter sido a época em que se ampliaram e avançaram os estudos sobre o Projeto Genoma Humano, tornando a genética um ponto para múltiplas discussões. Com o material assim escolhido, surgiram as hipóteses e os problemas a serem resolvidos. Num primeiro momento, foram realizadas uma análise preliminar das questões de Biologia e uma prévia categorização dessas questões.

b) análise do material: consiste em codificação, categorização e quantificação da informação.

Após a pré-análise, foi necessário refazer as categorias previamente estabelecidas e, assim, constituiu-se o quadro apresentado com os conteúdos de Biologia que apareceram nesses dez anos de vestibular. Então, passou-se a separar, quantificar e categorizar as questões de genética em separado das outras disciplinas. Com a análise das questões de genética, foram estabelecidas cinco categorias, dentro das quais cada questão individual poderia se encaixar em uma, duas ou mais delas. A partir desta análise, foram elaborados quadros numéricos, apresentados no quinto capítulo.

c) tratamento dos resultados: em geral, a análise de conteúdo visa a um tratamento quantitativo, o que não exclui a interpretação qualitativa. Segundo Bardin (1977), utiliza-se, quando for o caso, a estatística descritiva (cálculo de frequências e percentagens). O tratamento deve estar relacionado diretamente ao problema pesquisado.

Nesse estudo, optou-se pelo enfoque qualitativo, não sendo realizada análise quantitativa do cálculo de frequência das categorias. Buscou-se verificar o conteúdo de Biologia, em especial o de genética, que foi abordado nas questões do

vestibular, dividindo-as em categorias e quantificando o número de questões por categorias.

Junto com os resultados quantitativos, a pesquisa voltou-se para a interpretação qualitativa das questões e, especificamente, à análise de conteúdo das questões de genética.

Em relação aos PCNEMs e à PCSC, procurou-se ler e interpretar os objetivos gerais de cada documento, bem como a parte específica da disciplina de Biologia; também dando enfoque para análise documental e de conteúdo.

### **1.3.2 O Material**

O material utilizado para a pesquisa foi o conjunto de provas dos vestibulares dos últimos dez anos (de 1991 a 2001), os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio e o Programa Curricular de Santa Catarina.

Nesses documentos foram selecionados os conteúdos de Biologia e, entre eles, os de genética.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio, bem como o Programa Curricular de Santa Catarina foram consultados na Biblioteca Universitária Central e Setorial de Educação da UFSC. As provas de vestibular foram solicitadas por carta à Coperve, órgão encarregado pela elaboração e aplicação das provas na UFSC, que atendeu prontamente o pedido.

## **2 PARÂMETROS E PROPOSTA CURRICULAR GOVERNAMENTAL**

Nesse capítulo foram discutidos os enfoques dados pelos documentos educacionais governamentais, como a Lei de Diretrizes e Bases (LDB), as Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio (DCNEMs), os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEMs) e a Proposta Curricular de Santa Catarina (PCSC) enfocando suas orientações a respeito do ensino em geral e sobre a disciplina de Biologia. Após cada colocação em torno dos documentos, foram feitos alguns comentários sobre o ensino de Biologia, baseados nesses documentos.

### **2.1 A LDB, AS DIRETRIZES CURRICULARES E OS PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS DO ENSINO MÉDIO**

A LDB de 1996, Lei nº 9.394/96, conferiu nova identidade ao Ensino Médio como parte da Educação Básica e dever do Estado. Essa Lei estabeleceu as Diretrizes e Bases da Educação Nacional e previu em seu artigo 9º, inciso IV, que, entre as incumbências da União, está o estabelecimento de “competências e diretrizes para a educação infantil, o Ensino Fundamental e o Ensino Médio (...) de modo a assegurar a formação básica comum” (BRASIL, 1998).

A Base Nacional Comum foi orientada na preparação para a continuidade dos estudos e na preparação para o trabalho (LDB, Art.26, 1996), complementada por uma Parte Diversificada.

As Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM) foram instituídas pela Resolução da Câmara de Educação Básica (CEB) nº 3 de 26 de junho de 1998, apresentadas mais como indicações de ações pedagógicas do que como linhas reguladoras. As Diretrizes se propõem a administrar o equilíbrio entre as diretrizes nacionais e a proposta pedagógica da escola, e visa três objetivos principais:

- sistematizar os princípios e diretrizes gerais contidos na LDB;
- explicitar os desdobramentos desses princípios no plano pedagógico e traduzi-los em diretrizes que contribuam para assegurar a formação básica comum nacional;
- dispor sobre a organização curricular da formação básica nacional e suas relações com a parte diversificada, e a formação para o trabalho (BRASIL, 1999, p.64).

Nas Diretrizes ressalta-se que a ética da identidade tem como fim mais importante a autonomia, que é uma condição indispensável para os juízos de valor, e as escolhas para um projeto próprio de vida. Em sua concepção, as Diretrizes expressaram a importância de proporcionar uma formação geral sólida como subsídio para o trabalho e a cidadania, com autonomia intelectual e pensamento crítico. Para tal formação, as DCNEMs apresentaram competências gerais a serem alcançadas, e não modelos disciplinares de conteúdos específicos, e ainda salientaram a interdisciplinaridade e a contextualização. Esse mesmo enfoque foi abordado nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio.

Os PCNEMs são o resultado de um trabalho realizado por diversos autores, desencadeado pela LDB/96, que envolveu professores universitários, pesquisadores, técnicos e representantes dos Estados. Sua versão atual foi aprovada pelo parecer do Conselho Nacional de Educação (CNE) CNE/CEB nº 15/98, em junho de 1998.

O documento foi separado em quatro partes, sendo que na primeira estão colocadas as Bases Legais; na segunda, as Linguagens, Códigos e suas Tecnologias; na terceira, encontra-se a proposta para o Ensino Médio na área de Ciências da Natureza, Matemática e Tecnologias; e, finalmente na quarta parte, o segmento sobre Ciências Humanas e suas Tecnologias. O enfoque dessa dissertação está na terceira parte, na

qual novamente é ressaltada a importância de todas as áreas na aquisição de conhecimento de forma a possibilitar uma leitura e visão de mundo, correspondendo a uma cultura geral contextualizada (BRASIL, 1999).

Nos PCNEMs o Ensino Médio “(...) tem por finalidade desenvolver o educando, assegurar-lhe a formação comum indispensável para o exercício da cidadania e fornecer-lhe meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores” (BRASIL, 1999, p.21). Destacou-se também que é dever do Estado oferecer escola a todo cidadão. Entretanto, enfatizou-se que não basta o aluno saber ler e escrever: é preciso orientá-lo para transpor os conhecimentos adquiridos em sala de aula para sua vida diária e ser capaz de, por exemplo, ler e interpretar uma notícia de jornal.

Para o caso específico da Biologia, os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio destacaram a importância de se tratar do “fenômeno vida em toda sua diversidade de manifestações. Esse fenômeno se caracteriza por um conjunto de processos organizados e integrados, no nível de uma célula, de um indivíduo, ou ainda de organismos do seu meio” (BRASIL, 1999, p.219).

Segundo os PCNEMs:

O conhecimento de Biologia deve subsidiar o julgamento de questões polêmicas, que dizem respeito ao desenvolvimento, ao aproveitamento de recursos naturais e à utilização de tecnologias que implicam intensa intervenção humana no ambiente, cuja avaliação deve levar em conta a dinâmica dos ecossistemas, dos organismos, enfim, o modo como a natureza se comporta e a vida se processa (BRASIL, 1999, p.219).

A respeito do ensino de Biologia, os PCNEMs trazem um fecho interessante:

A decisão sobre o quê e como ensinar Biologia, no Ensino Médio, não se deve estabelecer como uma lista de tópicos em detrimento de outra, por manutenção tradicional, ou por inovação arbitrária, mas sim de forma a promover, no que compete à Biologia, os objetivos educacionais, estabelecidos pela CNE/98 para a área de Ciências da Natureza (...). Há aspectos da Biologia que têm a ver com a

construção de uma visão de mundo, outros práticos e instrumentais para a ação e, ainda aqueles, que permitem a formação de conceitos, a avaliação, a tomada de posição cidadã (BRASIL, 1999, p.220).

Partindo do âmbito geral do Ensino de Biologia e enfocando a área específica da genética, os PCNEMs afirmam que:

O desenvolvimento da genética e da biologia molecular, das tecnologias de manipulação do DNA e de clonagem traz à tona aspectos éticos envolvidos na produção e aplicação do conhecimento científico e tecnológico, chamando à reflexão sobre as relações entre a ciências, a tecnologia e a sociedade (BRASIL, 1999, p.220).

### **2.1.1 Discutindo os PCNEMs para o Ensino de Biologia**

O indivíduo deve ter oportunidades e anseios para continuar seus estudos, seja superior ou técnico, e, assim, ter possibilidade de crescer e progredir no seu trabalho e como ser humano.

Não se deve esquecer que o ingresso no Ensino Superior é mediante a aprovação na prova do vestibular, embora existam algumas instituições que estão admitindo alunos através de suas notas no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM).

Sobre os estudos posteriores, os PCNEMs alertaram que o Ensino Médio terá que se ocupar da “formação geral, em oposição à formação específica; o desenvolvimento de capacidade de pesquisar, buscar informações, analisá-las e selecioná-las; a capacidade de aprender, criar, formular, ao invés do simples exercício de memorização” (BRASIL, 1999, p.16). Ou seja, ao concluir o Ensino Médio, o estudante deverá possuir uma formação básica indispensável ao exercício da cidadania e meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores. O ensino nesse nível deve desenvolver conhecimentos práticos, contextualizados às necessidades da vida contemporânea, proporcionar uma visão do mundo mais ampla e uma boa cultura

geral. Essa interpretação foi compartilhada por exemplo, com Azevedo e Bianconi (2001).

Depois de apresentar todo um panorama acerca do ensino de Ciências, os PCNEMs salientaram que a aprendizagem nessa área possibilitaria a “compreensão e a utilização dos conhecimentos científicos, para explicar o funcionamento do mundo, bem como planejar, executar e avaliar as ações de intervenção na realidade” (BRASIL, 1999, p.34).

Sampaio (1998) ressaltou que as séries escolares compõem blocos. O primeiro (1<sup>a</sup> a 4<sup>a</sup> séries) é a fase de alfabetização, domínio crescente de habilidades de escrita, leitura, compreensão e interpretação de textos e cálculos com números inteiros. Estes são, como a autora definiu, pré-requisitos para a etapa seguinte (5<sup>a</sup> a 8<sup>a</sup> séries), que insere um maior domínio de habilidades ligadas a leitura e escrita, informações e habilidades cognitivas articuladas ao conhecimento específico das diferentes disciplinas, que por sua vez, são indispensáveis para o Ensino Médio. O Ensino Médio requer do aluno o domínio de um grande número de informações específicas das várias disciplinas e de habilidades cognitivas relacionadas ao raciocínio abstrato que são pré-requisitos para os exames vestibulares.

Não basta que o aluno saia da escola com as matérias memorizadas. O conhecimento para a vida deve ser de tal forma que não restem dúvidas ao estudante que o que ele está aprendendo serve ou servirá na sua formação como cidadão, e que esse aprendizado diz respeito à sua vida cotidiana. Além das operações básicas da matemática, os alunos devem estar cientes de que os conteúdos das outras ciências também são sabedoria para seu desenvolvimento intelectual. Pensando nessa perspectiva, alguns programas escolares estão voltados para ângulos específicos de acordo com a comunidade em questão. Por exemplo, crianças da área rural têm seus horários de aula modificados para que ajudem seus pais nas colheitas (evitando-se a evasão escolar nessa época); e ainda são apresentados em sala de aula conteúdos que os estudantes estão habituados a ver e ouvir.

Nessa perspectiva, os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Fundamental (BRASIL, 1997) propõem o ensino para a realidade da comunidade na qual a escola está inserida:

O ensino de qualidade que a sociedade demanda atualmente expressa-se aqui como a possibilidade de o sistema educacional vir a propor uma prática educativa adequada às necessidades sociais, políticas, econômicas e culturais da realidade brasileira, que considere os interesses e as motivações dos alunos e garanta as aprendizagens essenciais para a formação de cidadãos autônomos, críticos e participativos, capazes de atuar com competência, dignidade e responsabilidade na sociedade em que vivem (BRASIL, 1997, p.33).

O ensino de qualidade deve proporcionar ao aluno uma educação adequada às suas necessidades socioeconômicas e culturais, mas ao mesmo tempo fornecer um espaço físico adequado para acomodação dos alunos, professores preparados e atualizados, além de material didático pedagógico suficiente para o atendimento da adequação à realidade do estudante. Para garantir uma aprendizagem adequada e essencial, não se deve restringir a preocupação apenas com os limites internos da escola, mas averiguar as condições de vida dos alunos fora desta, como os aspectos nutricionais, transporte e meios alternativos da formação da renda familiar.

Essa colocação cabe para o Ensino Fundamental, pois muitos desses estudantes encerram seus estudos nesse período. Em relação ao Ensino Médio, Macedo (1999) salientou que os PCNEMs deixam lacunas no que se refere aos temas multidisciplinares e que as disciplinas tradicionais (Ciências, Português, Matemática e História) não dão conta de um conjunto de questões reais vividas pelos alunos. Macedo (1999) questionou a utilidade do conhecimento adquirido na escola, e se isso seria uma demonstração da dificuldade da atual estruturação disciplinar do currículo para lidar com os problemas impostos pela realidade.

Nos PCNEMs, deixou-se implícito o que seria a definição de cidadania. Contudo, foi possível averiguar que podem haver duas identificações para o que é cidadania. A primeira seria a cidadania em contraposição a autonomia, ou seja, o indivíduo habilitado num curso profissionalizante, meramente apto ao mercado de

trabalho. Por outro lado, cidadania, em conjunto com a autonomia, seria o indivíduo como sujeito autônomo, capaz de pensar por si mesmo, crítico o suficiente para poder mudar a sociedade em que ele está inserido; um ser intelectual e também habilitado, conseqüentemente, para o mercado de trabalho.

A formação da cidadania é prevista pela Constituição Brasileira (BOTTAN et al., 1998), que estabelece que o indivíduo deve ter seus direitos fundamentais garantidos: direito à vida e à liberdade física, direitos políticos, direito à cidadania, à cultura, ao conhecimento científico e tecnológico, entre outros. Cidadania é o direito dos brasileiros de participação na coisa pública. A condição de cidadão é o nome que se dá àquele que se encontra no exercício pleno e atual dos seus direitos políticos (BOTTAN et al., 1998). Esse ponto de vista reflete o conceito de cidadania como direitos e deveres do indivíduo.

Mas a educação não tem de preparar o indivíduo para a vida? E a vida se resume em apenas exercer seu papel de cidadão com direitos e deveres? Acredita-se que não. Cabe à educação preparar o indivíduo numa colocação mais ampla, na qual ele seria capaz de, após terminar a escola, poder realizar seus projetos pessoais, seja ele num curso profissionalizante ou até mesmo ser capaz de prestar qualquer concurso público, inclusive um vestibular.

Essa preparação e orientação do indivíduo são geralmente provenientes do professor, e na educação brasileira tem-se o professor com o papel de principal educador. Moraes (2002) retratou a posição do professor frente à preparação dos alunos para o cotidiano, em que esse profissional deveria elaborar um planejamento de ensino levando em consideração as diferenças de história e vida de cada estudante; e, ainda, prepará-lo para a vida despertando valores, como respeito pela opinião dos colegas, pelo trabalho em grupo, responsabilidade, lealdade, tolerância, e contribuir para o desenvolvimento dos valores humanos, que são objetivos concomitantes do processo educativo.

Além da orientação moral e intelectual, cabe ao professor lecionar as diversas disciplinas existentes no currículo escolar. Uma dessas matérias é a Biologia,

que estuda a concepção de cada ser vivo, do que cada um é formado e a interação de cada ser vivo com as outras espécies e com o meio que os cercam. Porém, não é suficiente definir os conceitos básicos sem apresentá-los num contexto mais amplo. Saber Biologia requer que o aluno seja capaz de extrair suas próprias conclusões sobre quaisquer assuntos relacionados. Por exemplo, cada estudante deveria ter condições de buscar informações para formar sua própria opinião sobre terapia gênica, se contrária ou a favor, a partir dos ensinamentos em sala de aula.

Os estudos em Biologia deveriam proporcionar ao aluno o conhecimento necessário como ser humano e dar-lhe, ao mesmo tempo, as informações suficientes como subsídios em seus futuros estudos, sejam ele superior ou apenas de aperfeiçoamento. Ter o conhecimento sobre esses assuntos é de extrema importância para obter um posicionamento relativo às construções e intervenções do homem no mundo contemporâneo.

Por esse aspecto, realmente a educação estaria inserida num contexto de realidade do aluno e ao mesmo tempo ajudando a construir um cidadão desde as séries iniciais até o término do Ensino Médio.

Para os PCNEMs o fenômeno da vida é uma totalidade, ultrapassando a visão fragmentada e de memorização de nomes complicados e processos isolados. A concepção da proposta foi a de conhecer o corpo humano e, a partir das necessidades, estudar suas partes constituintes, como os órgãos e tecidos (BRASIL, 1999).

Segundo os PCNEMs, as competências e habilidades a serem desenvolvidas em Biologia são: representação e comunicação; investigação e compreensão; contextualização sociocultural.

## 2.2 A PROPOSTA CURRICULAR DE SANTA CATARINA

A primeira versão da Proposta Curricular de Santa Catarina (PCSC) foi elaborada entre 1988 e 1991, como resultado da discussão e de estudos sistemáticos realizados sob a coordenação da Secretaria de Estado da Educação e do Desporto, com a pretensão de dar ao currículo escolar catarinense uma unidade a partir da contribuição das concepções educacionais derivadas da perspectiva histórico-cultural de Antonio Gramsci (SANTA CATARINA, 1998). Tal iniciativa encontra-se alinhada com a ótica pedagógica no Brasil nas últimas décadas, que está “marcada pela compreensão da ligação da educação com a política e da conseqüente importância da educação nas camadas populares como um dos caminhos para a criação de uma nova hegemonia, ligada aos seus interesses” (SANTA CATARINA, 1998, p.10).

A versão da PCSC de 1998 teve seu início de elaboração em 1995 através do trabalho de um grupo multidisciplinar de professores nomeados pela Secretaria de Estado da Educação e do Desporto. Esse documento foi dividido em duas partes: *Proposta Curricular para as disciplinas curriculares* e *Proposta Curricular para temas multidisciplinares*.

Na proposta para as disciplinas multidisciplinares do Ensino Médio, as disciplinas de Biologia, Física e Química foram inseridas na parte relativa à Ciência e à Tecnologia no Ensino Médio.

Após o texto da PCSC enfatizar seu histórico, seus objetivos e suas pretensões, foi possível perceber uma ruptura quando a proposta se refere aos conteúdos essenciais para cada série escolar. O tema passa a ser tratado abruptamente como uma listagem de assuntos para cada ano do Ensino Médio, ocorrendo isso em todas as disciplinas. O ideal seria que na PCSC houvesse tópicos para discussões sobre temas da vida cotidiana dos alunos e que estes envolvessem os conteúdos curriculares.

A Biologia é estudada em Santa Catarina apenas no Ensino Médio. Antes disso, no Ensino Fundamental, trata-se de Ciências. Em Ciências, no Ensino Fundamental, segundo a PCSC, o aluno estuda a composição dos seres vivos (a célula

e seus componentes principais na 5<sup>a</sup> série), noções básicas de plantas e animais (6<sup>a</sup> série), o corpo humano (órgãos e fisiologia na 7<sup>a</sup> série) e os princípios de física e química (8<sup>a</sup> série) (SANTA CATARINA, 1998).

No Ensino Médio, de acordo com a PCSC, a disciplina de Biologia apresenta variados temas, como zoologia, embriologia, histologia, fisiologia, citologia, botânica, ecologia, microbiologia, genética, entre outros (SANTA CATARINA, 1998).

Em se tratando do ensino de Biologia, a PCSC recomenda que:

A função social do Ensino de Biologia deve ser a de contribuir para ampliar o entendimento que o indivíduo tem da sua própria organização biológica, do lugar que ocupa na natureza e na sociedade e, das possibilidades de interferir na dinamicidade dos mesmos, através de uma ação mais coletiva, visando a melhoria da qualidade de vida (SANTA CATARINA, 1998, p.148).

Ao finalizar, a PCSC coloca que:

(...) o conhecimento biológico trabalhado no Ensino Médio tem características próprias, requerendo, além do desenvolvimento pedagógico, a capacidade de abstração conceitual como condição necessária para o educando elaborar generalizações, proposições e esquemas explicativos adequados à sua compreensão das coisas, podendo interferir no seu entorno e aplicar, conscientemente, os seus conhecimentos apreendidos, nas suas práticas, em benefício de si próprio e da sociedade (SANTA CATARINA, 1998, p.149-150).

### **2.2.1 Discutindo a Proposta Curricular do Estado**

A Biologia é uma área bastante complexa e abrangente, por isso é subdividida em diversos temas. O presente estudo restringiu-se ao conteúdo de genética, pois além de ser uma área de interesse pessoal, constitui-se em um ramo da Biologia que tem demonstrado os maiores avanços nas pesquisas e constantemente

aparece como ponto central em discussões sobre mapeamento de DNA, engenharia genética, clonagem, transgenia e outros temas relacionados.

Em seus pressupostos filosóficos, a Proposta do Estado salientou a importância de formar cidadãos críticos e participantes nas questões da sociedade atual (SANTA CATARINA, 1998). É importante que os educadores demonstrem aos alunos a importância de se ter o aprendizado para a vida, e não apenas como fonte de memorização para o vestibular. As escolas, portanto, deveriam se adaptar à realidade de vida do estudante, sem esquecer que o conteúdo deve atender às necessidades dos alunos de se prepararem para o vestibular. Para isso, entre outros aspectos, é preciso um melhor preparo dos professores, em todos os níveis de ensino, para que realmente essas mudanças possam ocorrer na sala de aula.

O ensino de Biologia não deveria se restringir aos livros, aos cadernos e ao giz. A dinamicidade nas aulas ajuda a atrair a atenção dos estudantes para a natureza e mostrar que a *Biologia* não é estática e fragmentada, como mostram as ilustrações nos livros didáticos. Isso poderia reverter a idéia de que estudar Ciências é complicado pelo fato de se memorizar muitos nomes difíceis (SLONGO, 1996).

Souza (1994) fez uma análise de uma das versões preliminares da PCSC com o objetivo de observar a fundamentação teórica e a metodologia adotada, buscando explicitar e discutir a concepção de conhecimento científico pressuposta na formação dessa proposta. A autora destacou que a PCSC preconiza uma perspectiva de educação transformadora, pressupondo o resgate do conhecimento científico através da escola. Conteúdos estes, trabalhados a partir da realidade social concreta do aluno, direcionado para o entendimento crítico do funcionamento da sociedade (SOUZA, 1994). Ao invés de o professor transmitir o conhecimento pronto ao estudante, deveria instigar o pensamento científico dos alunos com debates e pesquisas em revistas sobre temas científicos cotidianos. A pesquisadora enfatizou que a Proposta de Santa Catarina coloca a educação voltada para a transformação das relações de produção e procura estabelecer vínculos entre a prática do professor em sala de aula e a prática social global, o que prioriza a formação do indivíduo como sujeito na sociedade atual.

Outro documento elaborado pela Secretaria de Estado de Santa Catarina (SANTA CATARINA, 2001) teve como objetivo subsidiar a elaboração dos Projetos Político-Pedagógicos das Unidades Escolares baseados na Proposta Curricular de Santa Catarina e nas Diretrizes Curriculares Nacionais. De uma maneira geral, os Projetos são bem diferentes destas, pois estabelecem a definição das competências e habilidades, remetendo-se às propostas dos PCNEMs, e, ao invés de listar temas disciplinares, formulam uma sugestão de um mapa conceitual de interação entre os assuntos da Biologia. Essa nova Diretriz do Estado coloca que a Educação Básica “abrange a construção de competências e habilidades cognitivas e atitudinais, para que possam ser sujeitos de construção histórica” (SANTA CATARINA, 2001, p.14), e que:

(...) a materialização concreta da Proposta Curricular exige, de um lado, a construção e a reconstrução dos conceitos científicos em cada disciplina curricular e, de outro lado, implica no estabelecimento das relações possíveis entre as diversas disciplinas curriculares, garantindo seu inalienável caráter pedagógico interdisciplinar e contextualização (SANTA CATARINA, 2001, p.15).

A nova visão da proposta curricular do Estado apresenta, para cada disciplina, um mapa conceitual que contribui para situar o professor e os alunos no conjunto dos conceitos da matéria e mais um quadro de ênfases, que apresenta uma sugestão de prioridades sobre o conceito do tema trabalhado. Por fim, esse recente documento indica que as competências e habilidades “delineiam a unidade que perpassa todas as escolas públicas estaduais de Educação Básica” (SANTA CATARINA, 2001, p.16), e que as “competências humanas implicam em conhecimento e autonomia, desafiando o educando para a construção do seu eu, em sociedade” (SANTA CATARINA, 2001, p.17).

No que diz respeito à disciplina de Biologia, essa nova proposta do Estado explica que:

(...) cabe à Biologia despertar para a sensibilização, respeito, valorização e desejo de conservar a natureza, suas relações e conseqüentemente a própria espécie. O conhecimento proporcionado pelo estudo da Biologia é fundamental para a atuação do educando no meio em que está inserido (...) (SANTA CATARINA, 2001, p.119).

Para encerrar a parte que cabe à Biologia, são explicadas as seis competências e habilidades cabíveis à disciplina, sejam elas: saúde individual e coletiva; comportamento investigativo; interação do ser humano no ambiente; visão ecológica; compreensão da contínua transformação da vida; e entendimento das diferentes tecnologias e suas éticas.

Essas novas idéias, mostradas na proposta mais recente do Estado, sinaliza o fato de que já estão havendo algumas modificações, do ponto de vista do ensino, em relação ao modelo conteudista (lista de conteúdos), incorporando os ideais propostos pelos PCNEMs, que abrangem uma visão do sujeito individual com competências e habilidades.

### 2.3 COMPARANDO OS PCNEMs E A PCSC

Ricardo (2001) fez um trabalho comparativo entre os PCNs e a PCSC. O autor aponta semelhanças e diferenças encontradas nesses dois documentos governamentais ao retratarem as ciências. Um dos pontos de destaque acerca das diferenças encontradas é que “não há referência na Proposta do Estado que entenda o Ensino Médio como etapa final da Educação Básica, assim como não existe relação com o contexto do trabalho, como ocorre nos PCNs” (RICARDO, 2001, p.72).

Especificamente na disciplina de Biologia, esse olhar comparativo permite apontar semelhanças e diferenças entre os PCNEMs e a PCSC. Nos pontos em comum, destacam-se: a Biologia é apresentada como sendo as relações e interações dos seres vivos com o meio; visam a formação ética dos alunos e a contribuição do

cidadão em emitir juízo de valores e tomar decisões; pretendem levar para a sala de aula discussões atualizadas no campo das inovações científicas; e também levar assuntos relevantes e significantes para o aluno (embora não haja especificação sobre quais sejam esses assuntos); retratam a preocupação com a interdisciplinaridade e, com isso, a superação da fragmentação no ensino de Biologia. As diferenças são poucas, mas significativas, pois os PCNEMs propõem como método de superação a fragmentação no ensino, trabalhar com temas centrais. A PCSC, em vez de sugerir temas, oferece uma lista de conteúdos, separados por séries, a serem trabalhados no Ensino Médio. Além de ser uma prática conteudista, que apresenta o conteúdo pronto a ser trabalhado, parece ser uma prática impositiva que não favorece a superação da fragmentação e o enfoque interdisciplinar (RICARDO, 2001). Em contraponto, há uma lista de conteúdos e os PCNEMs oferecem uma relação de competências e habilidades no ensino de Biologia e suas relações com outras áreas do conhecimento (RICARDO, 2001). Outra diferença é que a PCSC sugere que o professor ofereça objetos de investigação, como pesquisas bibliográficas, visitas a laboratórios e a discussão sobre os modelos e construções espontâneas do aluno, colocando assim, o professor como mediador do processo ensino-aprendizagem.

No trabalho de Oliveira (1997), a análise da Proposta Curricular do Distrito Federal, na disciplina de Biologia, retratou que ela se mostrou mais adequada quanto a aspectos formativos e informativos; apresentou melhor distribuição dos conteúdos ao longo das três séries; permitiu a realização de atividades diversificadas; e possibilitou a integração com as demais disciplinas. Entretanto, apresentou-se demasiadamente ligada a exigências do vestibular.

Os trabalhos de Souza, 1994 e Oliveira, 1997 ressaltaram pontos comparativos entre as propostas de ensino e os enfoques adotados em sala de aula. Todos esses pontos são relevantes e colocados de maneira que se mostre como as propostas são realmente deixadas de lado, na maioria das vezes, quando o assunto é lecionar o conteúdo em sala de aula.

Acredita-se que, se essas propostas fossem cumpridas por grande parte dos professores, o ensino deixaria de ser tão fragmentado e separado da realidade, e

interligaria, assim, o conteúdo ministrado em sala de aula com a vida dos alunos fora da escola. Em todos esses aspectos, a interdisciplinariedade é deixada de lado na prática, e a questão de formar cidadãos críticos e participativos na sociedade também não mostra-se presente. Ricardo (2001) coloca um ponto de vista semelhante, questionando o tipo de cidadão que a escola forma e para qual sociedade ela pretende formá-lo.

Quando, por um lado, os PCNEMs se preocupam em envolver o aluno em discussões e debates, sugerindo as competências e habilidades necessárias a um cidadão, não especificam os temas para tais debates. Por outro lado, a Proposta Curricular de Santa Catarina apenas enumera uma série de conteúdos.

Pode-se afirmar que os PCNEMs enfocam dois eixos norteadores do currículo: a interdisciplinaridade e a contextualização, e que a PCSC enfoca a concepção de homem e de sociedade, podendo haver constantes mudanças educacionais sob esse aspecto.

Nenhuma das duas propostas analisadas (PCNEMs e PCSC) faz menção direta ao vestibular, concurso este realizado pelos alunos que pretendem ingressar no Ensino Superior após a conclusão do Ensino Médio. Contudo, a lista de conteúdos apresentada na PCSC é bem semelhante ao programa do vestibular proposto pela UFSC, se comparados os anexos 2 e 3, e às considerações apresentadas no quarto capítulo referentes às questões de genética. Os alunos do Ensino Médio que cumprirem o programa escolar, segundo a PCSC, terão estudado, conseqüentemente, o programa solicitado no vestibular da referida universidade.

### **3 O VESTIBULAR**

Nesse capítulo apresentam-se um histórico do concurso vestibular no Brasil e na Universidade Federal de Santa Catarina e uma descrição do programa próprio do vestibular.

#### **3.1 HISTÓRICO**

De acordo com Guimarães (1984), Ribeiro (1987) e Ribeiro Neto (1987), a criação do exame de seleção nacional para o Ensino Superior deu-se em abril de 1911, por ação de vários decretos, entre eles os de número 8.661 e 8.662, em relação aos regulamentos das Faculdades de Medicina e de Direito.

Esses decretos estabeleciam que, para matricular-se no Ensino Superior, o aluno deveria apresentar certidão de idade comprovando ter no mínimo 16 anos, atestado de idoneidade moral, recibo da taxa de matrícula e certificado de aprovação no exame de admissão. Tal exame foi inserido pelo artigo 65, do Decreto Federal nº 8.659, de 5 de abril de 1911, o qual definia que:

(...) o candidato passará por um exame que habilite a um juízo de conjunto sobre o seu desenvolvimento intelectual e capacidade para empreender eficazmente o estudo das matérias que constituem o ensino da faculdade. (...) O exame de admissão constará de prova escrita em vernáculo, que revele a cultura mental que se quer verificar e de uma prova oral sobre línguas e ciências (RIBEIRO NETO, 1987, p.17).

Franco (1987) apontou que, nos poucos estudos disponíveis sobre vestibular, existe uma preocupação do concurso com os aspectos culturais e políticos. O vestibular é taxado como um concurso de *prática de seletividade social*. Sendo assim, o autor considerou o vestibular como mais uma das barreiras de seleção efetuada pelo sistema educacional.

Essa barreira seria mais uma de tantas outras enfrentadas pelos estudantes ao longo de sua trajetória escolar. Após passar cerca de onze anos na escola, por fim, o aluno depara-se com mais esse exame de característica seletiva com o propósito de *filtrar* ainda mais os considerados *mais aptos* para a admissão no Ensino Superior. Pois, conforme Santos Filho (1980) “os que batem às portas das universidades já representam, em sua maioria, os sobreviventes de um longo processo seletivo, no qual foram escolhidos os já escolhidos”.

Benedet (2000) fez uma explanação histórica acerca do vestibular no Brasil baseada nas leis que regulamentam a prova, bem como de todo o processo histórico que envolveu a implantação desse tipo de seleção para o Ensino Superior. A autora afirmou que, no Brasil, o acesso ao Ensino Superior sempre foi seletivo e classificatório. Apontou ainda que, no início, a demanda de candidatos interessados não apresentava um número competitivo, e as escolas que mantinham o exame de seleção possuíam alguns requisitos para a matrícula.

Somente em 1915 esses exames passaram a ser chamados de *vestibulares*. Crescia, entretanto, o índice candidato/vaga disponível nas universidades. A partir daí, o vestibular transformou-se num instrumento para eliminar candidatos. Com isso, surgiram as aulas específicas para a preparação e o ingresso nas faculdades, os conhecidos *cursinhos* (BENEDET, 2000).

Em 1968, a Lei Federal nº 5.540, no artigo 21, mencionou: “O Concurso Vestibular abrangerá os conhecimentos comuns às diversas formas de educação de 2º grau, sem ultrapassar esse nível de complexidade, para avaliar a formação recebida pelos candidatos e sua aptidão intelectual para estudos superiores” (BRASIL, Lei nº 5.540, 1968).

O Decreto nº 68.908, de 1971, no artigo 2º, estabeleceu que: “O concurso vestibular far-se-á rigorosamente pelo processo classificatório, com aproveitamento dos candidatos até o limite das vagas fixadas no edital, excluindo-se o candidato com resultado nulo em qualquer das provas” (BRASIL, Decreto nº 68.908, 1971).

Essas são as leis que regulamentam o concurso vestibular. Porém, as provas mostram os exames como um processo discriminatório e socialmente injusto. O vestibular impõe uma crescente desigualdade social e restringe a admissão das classes mais carentes ao Ensino Superior, por fatores socioeconômicos (STURION, 2001).

Segundo Mildner e Silva (2002), o vestibular tem como objetivo a classificação e a seleção de concluintes e egressos da Educação Básica, que se apresentem aptos a participarem do ciclo de Educação Superior. Entretanto, os autores não classificaram o vestibular como uma maneira de avaliação, mas, sim, como um *mecanismo classificatório* e como um *sistema seletivo*.

### 3.2 O VESTIBULAR DA UFSC

A Universidade Federal de Santa Catarina foi criada em 1960, e a seleção dos alunos ingressos era feita, inicialmente, mediante a análise do histórico escolar, pois a demanda de candidatos era suficiente ou até inferior à quantidade de vagas oferecidas pela instituição. A partir do momento em que houve uma quantidade de candidatos maior do que o número de vagas oferecidas, foi implantada, em 1970, a primeira prova de seleção, o vestibular da UFSC. Nesse ano, a universidade ofereceu 1.200 vagas distribuídas entre 17 cursos. Inscreveram-se em torno de 2.300 candidatos, que preencheram 1.158 vagas (ROSA; BAYER, 1971).

O concurso Vestibular de 1970 foi organizado por cinco professores. Instituíram-se portarias necessárias para oficializar essa medida seletiva. Conforme a análise de Rosa e Bayer (1971), a respeito da primeira prova de vestibular, seriam

imprescindíveis algumas mudanças para a realização do vestibular seguinte. Um dos pontos levantados relacionou-se à modificação da impressão das provas, já que, no primeiro ano, elas foram mimeografadas, o que acarretou reclamações quanto à legibilidade das questões. Por esse motivo, a solução do problema foi imprimir as provas na própria editora da universidade, e, para tal, esta precisou ser fechada por três dias para manter-se o sigilo e ter-se a capacidade de imprimir as quatro etapas da prova.

A Comissão Permanente do Vestibular (Coperve), criada em 1970, ainda hoje é o órgão encarregado de elaborar e realizar o concurso na UFSC. Evidentemente, não são mais necessários três dias de trabalho para imprimir as provas. Com o avanço da tecnologia, a impressão é mais rápida e a gráfica não precisa ser isolada apenas para esse trabalho.

Atualmente as provas são formuladas por professores da própria universidade juntamente com professores do Ensino Médio, em comissão fechada e sigilosa. O concurso é realizado em três dias consecutivos no período vespertino, em todo o Estado, e os alunos têm quatro horas para a realização das provas. A instituição, no vestibular de 2003, ofereceu 61 cursos, que juntos somaram cerca de 4.000 vagas disputadas por cerca de 42.000 candidatos. No primeiro dia de prova, constam as disciplinas de Biologia, Geografia e Matemática, com 12 questões cada, totalizando 36 questões de prova. O segundo dia abrange questões de Língua Portuguesa, Literatura Brasileira e Língua Estrangeira, com um total de 24 questões. Há também a Redação dissertativa de 30 linhas sobre tema predeterminado. O último dia aborda as disciplinas de Física, Química e História, com 12 questões cada, somando um total de 36 questões de prova. Todas as questões são formuladas com alternativas de múltipla escolha que devem ter seus valores somados para a obtenção do gabarito, ou abertas.

É da Coperve a responsabilidade da elaboração e distribuição dos programas para as provas do vestibular da UFSC. No ato da inscrição, mediante o pagamento da taxa bancária, é distribuído um manual aos candidatos (Guia do Vestibulando) contendo várias informações, inclusive a listagem de conteúdos para as

diferentes provas. A divulgação para o concurso se faz através da mídia falada e escrita.

Em todos os anos de provas analisados, praticamente não houve variação de conteúdo no manual na parte referente à disciplina de Biologia. A exceção aconteceu em 1994, quando foi inserido o item *generalidades* na área de genética. Este termo *generalidades* não é suficientemente claro para permitir que os candidatos saibam quais conteúdos estão nele incluídos.

No Guia do Vestibulando encontra-se a resolução nº 001/CEG/2001, de 25 de abril de 2001, que especifica o regimento do concurso. O Art. 1º desse regimento estabelece que os objetivos gerais do concurso vestibular são:

- I - Avaliar a aptidão e as habilidades dos alunos egressos do Ensino Médio para a continuidade dos estudos em nível superior;
  - II - Verificar o grau de domínio do conhecimento exigido até o nível de complexidade do Ensino Médio, de acordo com os princípios preconizados pelos Parâmetros Curriculares Nacionais;
  - III - Interagir com o Ensino Médio.
- § 1º - Para atingir esses objetivos, as provas do concurso Vestibular da UFSC deverão ser elaboradas de maneira que permitam avaliar o candidato em relação à (ao):
- I - Capacidade de expressar-se com clareza;
  - II - Capacidade de organizar suas idéias;
  - III - Capacidade de interpretar dados e fatos;
  - IV - Capacidade de estabelecer relações;
  - V - Capacidade de elaborar hipóteses;
  - VI - Capacidade de avaliação;
  - VII - Sua integração ao mundo contemporâneo;
  - VIII - Domínio dos conteúdos da base nacional comum do currículo do Ensino Médio (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, 2002, p.11).

Como já foi apresentado, no Guia do Vestibulando podem-se encontrar os programas de todas as disciplinas requeridas nas provas. Entretanto, será comentado aqui apenas o que se refere à disciplina de Biologia. O Guia da Coperve coloca que o objeto de estudo da Biologia é o fenômeno vida em toda a sua diversidade de manifestações. Esse fenômeno caracteriza-se por um conjunto de processos organizados no seu meio. Após apresentar os objetivos da prova de Biologia, o Guia

mostra todos os temas possíveis de questionamento na prova, ou seja, o seu programa (anexo 3). Desse modo, o vestibulando deverá demonstrar capacidade de:

- reconhecer terminologias, convenções e símbolos.
- identificar estruturas biológicas.
- descrever funções biológicas.
- interpretar dados e gráficos em Biologia.
- interpretar leis e princípios relacionados com a Biologia.
- aplicar conceitos, leis e princípios biológicos na manutenção da saúde individual e ambiental.
- utilizar elementos e conhecimentos científicos e tecnológicos para diagnosticar e equacionar questões sociais e ambientais.
- compreender a Biologia e as outras ciências como construções humanas, entendendo que elas se desenvolveram por acumulação, continuidade ou ruptura de paradigmas, relacionando o desenvolvimento científico com a transformação da sociedade (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, 2002, p.75).

Ao exigir do aluno, em uma única prova, que ele seja capaz de *reconhecer*, *identificar* e *descrever* algum termo ou função biológica, deve-se esperar que esse estudante transcreva os conceitos primários da Biologia. Por exemplo, desenhar uma célula com algumas estruturas (núcleo, ribossomo, retículo endoplasmático, etc.) e querer que o aluno identifique cada uma delas. Isso, dependendo da questão, não requer domínio de conteúdo, e sim capacidade de memorização.

Uma outra situação seria solicitar ao estudante a *interpretação* de gráficos e dos princípios da Biologia. Os gráficos são muito utilizados em outras áreas da Biologia. Em genética, o ato de interpretar algum princípio aparece, por exemplo, quando são questionadas as Teorias Evolutivas.

Outro fator importante é utilizar termos como *aplicar*, *utilizar* e *compreender*, que requerem do aluno o ato de refletir sobre o assunto, conhecer a respeito do que está sendo questionado e depois formular a resposta. De uma maneira geral, esses três questionamentos são ideais para serem encontrados numa prova que tenha por objetivo medir os conhecimentos do candidato.

O Guia do Vestibulando de 2002 refere-se aos Parâmetros Curriculares Nacionais para estabelecer os objetivos pretendidos para cada candidato. Porém, não foi encontrada menção sobre a Proposta Curricular Catarinense. Após a Resolução prevista para a disciplina, o Guia apresenta tópicos de conteúdos para as provas.

As provas do vestibular formuladas no modo de múltipla escolha com somatório que possibilitam ao professor elaborador questionar vários níveis do assunto e inserir termos e colocações que selecionem os alunos acostumados apenas a identificar termos específicos.

Cada instituição de Ensino Superior tem autonomia didático-científica, disciplinar, administrativa e financeira garantida pela Lei Federal 5.540, de 1968 art. 3º. Ainda em relação à mesma lei, o art. 17 garante que os cursos de graduação estão “abertos à matrícula de candidatos que hajam concluído o ciclo colegial ou equivalente e tenham sido classificados em concurso vestibular” (BRASIL, Lei 5.540, 1968).

A Lei de Diretrizes e Bases (LDB) de 1996 também assegura que as universidades tenham autonomia para elaborar os critérios de seleção para seus alunos. Contudo, o artigo 44 garante que, para se ter acesso à graduação, “os pré-requisitos são a conclusão do Ensino Médio e a classificação dentro do número de vagas existentes no curso, obtida em processo de seleção, que poderá, ou não, revestir-se das características dos atuais concursos vestibulares” (SOUZA, 1997, p.79).

### 3.3 O PROGRAMA PRÓPRIO DO VESTIBULAR

O programa do vestibular pode ser definido como um roteiro direcionado para a prova, que sirva de orientação para os candidatos. Não há evidências de que haja preocupação em se alterar esse *programa próprio do vestibular*, pois trata-se de um concurso de fator seletivo e eliminatório de candidatos excedentes ao número de vagas, que devem ser excluídos sob algum critério, no caso, o número de acertos.

Essa seleção que aprova os que acertaram um maior número de questões não está presente apenas no vestibular da UFSC, mas em todos os outros concursos vestibulares realizados pelo país.

Sturion (2001) afirmou que os exames vestibulares têm-se mostrado ineficazes para avaliar as competências, habilidades e aptidões dos candidatos ao Ensino Superior. Além da pequena oferta de vagas para atender a um contingente cada vez maior de jovens que buscam ser admitidos no Ensino Superior, os processos atuais baseados em exames vestibulares mostram-se discriminatórios e socialmente injustos, tanto na instituição pública quanto na privada (STURION, 2001). Algumas dessas evidências negativas no sistema vestibular podem ser assim listadas:

- a) não avaliam as competências e habilidades necessárias ao bom desempenho no ensino superior;
- b) causam discriminação das classes sociais mais carentes;
- c) exigem grande estrutura humana e material para sua operacionalização;
- d) fundamentam-se na memorização;
- e) induzem um processo de aprendizado no Ensino Médio baseado na repetição;
- f) deixam de lado a contextualização e a interdisciplinaridade (STURION, 2001, p.14).

De acordo com esses aspectos listados pelo autor, o vestibular realmente não avalia as competências e habilidades do candidato. Pelo fato de valorizar o processo de memorização de conteúdos, discrimina os alunos que não têm condições financeiras de estudar em cursos preparatórios para o concurso. Porém, isso não impossibilita o aluno de estudar por conta própria seguindo o Guia fornecido pela Coperve e as referências bibliográficas de livros didáticos sugeridos pela entidade.

Azevedo e Bianconi (2001) analisaram se as provas do concurso do tipo vestibular estão incorporando os princípios de contextualização e interdisciplinaridade, que assumem posição de destaque no Ensino Médio. Nos resultados do trabalho, os autores mostraram que as universidades públicas começam a ter uma preocupação maior em inserir tais princípios nos seus concursos, refletindo interesse em se adaptar às novas propostas de ensino.

Por causa de aspectos negativos citados por Sturion (2001), o próprio autor propõe um novo processo de admissão, que assegure maior equidade social aos candidatos provenientes das classes sociais mais carentes; viabilidade econômica e financeira à Instituição de Ensino Superior na aplicação desse instrumento alternativo; e o atendimento dos requisitos acadêmicos estabelecidos pelas instituições para admissão em seus cursos. Sturion (2001) sugeriu um novo processo de admissão realizado em duas fases (de conhecimento e de vocação); a utilização dos resultados do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM); e que o processo seja socialmente mais justo e financeiramente viável para qualquer instituição de ensino.

### 3.4 O CONCURSO DO TIPO VESTIBULAR

Bianchetti (1996) afirmou que o vestibular é mais uma das práticas seletivas no interior de uma sociedade, cuja marca principal é a exclusão da maioria de sua população. O autor também salientou que os indivíduos que prestam vestibular são os que já passaram por outros mecanismos de eliminação no “decorrer do cada vez mais longo e estreito caminho que leva ao ensino superior” (BIANCHETTI, 1996. p.32).

Por esse aspecto, o vestibular não é tratado como um processo de avaliação, e sim de seleção ou até mesmo como descarte, termo usado por Bianchetti (1996). Esse autor baseou-se em Freitas (1995), que apresentou o seguinte conceito de avaliação:

(...) um processo sistemático de reflexão, acompanhamento e aperfeiçoamento das atividades acadêmico-administrativas; um instrumento necessário para a tomada de decisões de forma mais racional, servindo também para comparar o real com o ideal e, por fim, tendo como objeto, a qualidade dos serviços oferecidos, no cumprimento de sua missão como organização social (FREITAS, 1995 apud BIANCHETTI, 1996, p. 17).

Já para Mildner e Silva (2002, p.52) avaliação é “o processo de descrição e julgamento de mérito e valor de um objeto educacional, no sentido de fornecer informações avaliativas relevantes que subsidiem de modo direto o processo de tomada de decisão relativo à educação formal (...)”.

Os dois conceitos citados acima ressaltam a idéia de que não se pode entender o vestibular como um processo de avaliação. O exame não está voltado para a questão avaliativa, e sim para uma seleção dos candidatos que se prepararam através do estudo de conteúdos referentes às matérias contidas em programas específicos. A nota atribuída à classificação dos candidatos é meramente uma maneira de se distinguir um aluno de outro na seleção, e com isso classificar os considerados mais capacitados a ingressar na universidade.

Wachowicz e Romanowski (2002) afirmaram que a avaliação é um procedimento que não tem condições para revelar o processo de aprendizagem, já que está atrelada à nota, que é apenas uma contabilização dos resultados. “A fragmentação e a burocratização dos processos de avaliação, praticados nas instituições de ensino, provocam a alienação e a perda da dinamicidade do processo de aprendizagem, em função da capacidade diretiva atribuída à avaliação” (WACHOWICZ; ROMANOWSKI, 2002).

O vestibular não pode ser definido como um processo de avaliação, e sim de seletividade social, ou ainda, de exclusão de candidatos excedentes às vagas disponíveis (FRANCO, 1987; RIBEIRO, 1987). Esta exclusão se acentua no momento da inscrição para o concurso, que muitas vezes tem um preço elevado, e não são poucos os alunos que não podem pagar. Além disso, os estudantes mais carentes financeiramente não terão condições de custear um curso preparatório para o exame e assim terão sua chance reduzida em relação aos candidatos que podem pagar para se preparar.

O caminho da preparação para o vestibular pode ser caracterizado por dois tipos de obstáculos: o primeiro seria a má qualidade do Ensino Médio, que não está formando cidadãos capazes de realizar um concurso, seja qual for, que envolva os

conhecimentos gerais e específicos das disciplinas; e o segundo seria a instituição que realiza tal prova não se direcionar ao Ensino Médio existente no país, e sim usufruir de total autonomia para decidir os conteúdos das provas.

Mesmo a lei garantindo a autonomia da universidade para definir os critérios de seleção de seus alunos, o método mais utilizado nas universidades públicas ainda são os concursos vestibulares. Para tal prova, o candidato passa por um processo de preparação intensa em todas as disciplinas. Em Biologia, a genética é um dos temas que tem obtido destaque em discussões da vida cotidiana. Por essa razão, investigou-se como foi tratado o ensino na área de genética e como essas questões foram apresentadas nos concursos vestibulares da UFSC (1991-2001).

## 4 ENSINANDO GENÉTICA

Esse capítulo faz uma explanação sobre o ensino em geral, visando especificar os objetivos dos programas governamentais acerca dos conhecimentos mínimos necessários ao estudante. A seguir, tratar-se-á sobre o ensino da disciplina de Biologia e, em seguida, sobre o ensino dos temas de genética.

Realizaram-se alguns levantamentos sobre trabalhos apresentados na área de ensino de genética publicados em encontros, seminários e congressos, com o objetivo de ressaltar como as pesquisas nesse campo vêm crescendo ao longo dos anos.

### 4.1 O ENSINO EM GERAL

Atualmente faz-se necessário incorporar à educação não somente uma teoria educacional, mas também a cultura das populações, respeitando-se seus valores éticos e religiosos, sem pretender que o conhecimento científico possa ter respostas para todas as indagações. Essa idéia encontra apoio em Bizzo (1991 e 1996), o qual salienta ainda que o ponto de partida para o desenvolvimento do saber do aluno, numa perspectiva educacional, deve ser, tanto quanto possível, o conhecimento que ele já tem do mundo e dos fenômenos que observa.

Por conseguinte, não se deve ater às preocupações apenas com os estudantes. O professor merece uma atenção respeitosa, pois sem bons mestres não

haverá um bom desenvolvimento do aluno. Sanchez (1997) retrata que há uma dificuldade para esses profissionais atuarem devido ao salário baixo, más condições de trabalho, como falta de espaço para discussões; e, ainda, a má formação e preparação do professor para a sala de aula. Embora existam essas dificuldades para ensinar, eles devem ter autonomia sobre as idéias dos programas propostos pelo governo (PCNs, PCNEMs e PCSC).

Os programas governamentais propõem e estimulam a ascensão nos estudos. Porém, o ingresso no Ensino Superior não é de fácil acesso a todos. A demanda por subir a patamares mais avançados do sistema de ensino é visível na sociedade brasileira. Essa ampliação de aspirações decorre não apenas da urbanização e modernização, conseqüentes do crescimento econômico, mas também de uma maior valorização da educação como estratégia de melhoria de vida e empregabilidade (BRASIL, 1998).

Até o presente, a organização curricular do Ensino Médio brasileiro teve como referência os requerimentos do exame de ingresso à educação superior. A razão disso pode ser resumida muito simplesmente: num sistema educacional em que poucos conseguem vencer a barreira da escola obrigatória, os que chegam ao Ensino Médio destinam-se, em sua maioria, aos estudos superiores para terminar sua formação pessoal e profissional (BRASIL, 1998).

#### 4.2 O ENSINO DE BIOLOGIA NO ENSINO MÉDIO

O ensino de Biologia é caracterizado de forma especial por Slongo (1996) como sendo uma área viva, dinâmica, desafiadora e que, com facilidade, encanta e atrai a atenção dos estudantes. Porém, a autora revela que nas dimensões do ensino de Biologia, o que pode ser constatado é um atrelamento à prescrição de conceitos, à mera descrição de animais, plantas, estruturas e fenômenos biológicos, que por sua vez são memorizados pelo aluno com o fim exclusivo de devolvê-los integralmente nas avaliações periódicas.

Cabe aos professores da área de Biologia estimular e dinamizar o ensino, fazendo com que suas aulas se tornem mais agradáveis, apreendendo a atenção de seus alunos, e então estimulando-os para o aprendizado.

É necessário que a Biologia seja vista por professores e estudantes não como um conjunto de descrições, informações e conceitos de aplicação remota, mas, sim, como a análise de casos concretos que se ampliam, depois, em generalizações (TRIVELATO, 1988a).

#### **4.2.1 O Ensino de Genética dentro da Biologia**

Entre as áreas de Biologia, a genética, em especial, tem por objetivo de estudo, conforme Burns e Bottino (1991), explicar os mecanismos e as bases tanto para as diferenças quanto para as semelhanças biológicas entre indivíduos aparentados. Além disso, ela trata da explicação para a tremenda variação encontrada em todas as formas de vida.

Os conteúdos de genética são ministrados apenas no terceiro ano do Ensino Médio, de acordo com a Proposta Curricular de Santa Catarina (1998). Os assuntos abordados ficam assim estabelecidos:

- a) Conceitos básicos;
- b) Primeira e Segunda Leis de Mendel;
- c) Teoria cromossômica da herança;
- d) Herança ligada ao sexo;
- e) Introdução à herança multifatorial e doenças de penetrância incompleta e expressividade variável;
- f) Genética e tecnologia: aspectos ético-sociais;
- g) Determinismo biológico: aspectos ético-políticos;
- h) Evolução e Ecologia (SANTA CATARINA, 1998. p.151).

Atualmente, os temas de genética são discutidos com frequência no cotidiano da vida moderna, quando se fala em transgênicos, biotecnologia, projeto genoma humano, clones, entre outros assuntos. Evidencia-se assim, a importância de o aluno aprender a distinguir e formar conceitos próprios a respeito dessas informações. Paulino (2002) colocou alguns textos-bases para o professor promover discussões em sala de aula. Entre eles, o autor previu que, dentro de alguns anos, os cientistas poderão decifrar o genoma humano, e que a engenharia genética teria o potencial de vencer o câncer, fazer com que novos vasos sanguíneos cresçam no coração, bloquear o crescimento de tumores, criar novos órgãos a partir de células indiferenciadas e, talvez, encontrar um novo ajuste para o código genético que causa o envelhecimento das células. Esses temas, que começam a aparecer nos livros didáticos, refletem a preocupação dos autores em inserir discussões sobre assuntos atuais relativos à ciência.

Para Silva, Oliveira e Bello (1999), a genética atrai a atenção dos alunos, mas a falta de interação entre professores e estudantes cria barreiras praticamente intransponíveis para o aprendizado. Os conteúdos de genética não são compreendidos por diferentes motivos: vocabulário muito específico, excesso de termos técnicos, apresentação apenas cognitiva. Além disso, os alunos, ao chegarem à escola, já possuem conhecimentos prévios, que podem se constituir em “obstáculos de aprendizagem” (SILVA; OLIVEIRA; BELLO, 1999).

Manzke (1999) relatou que, entre os temas de Biologia, a genética é considerada por alguns professores como o ponto de maior dificuldade da disciplina. No entanto, o autor apresentou opiniões de estudantes que consideram a Biologia como uma disciplina de memorização, com exceção da genética. Em sua pesquisa, mostrou dados indicando que os professores acreditam que, embora haja mudanças significativas nos estudos de genética, e que essas estejam sendo retratadas na mídia, elas não ocasionariam alterações no ensino dessa área. Justificando essa estabilidade de conteúdo, ele argumentou que:

(...) as mudanças no ensino da genética não podem ser consideradas significativas, pois os conteúdos programáticos são lineares e praticamente idênticos em seqüência em todas as escolas, além do fato de que alguns são cópias fiéis do sumário de livros didáticos (...) (MANZKE, 1999, p.66).

Já em sua análise dos livros didáticos do Ensino Médio, Manzke (2000) retratou os muitos erros conceituais na área de genética encontrados nos mais diversos autores freqüentemente usados em sala de aula. Alguns deles mostram desconhecer totalmente o assunto tratado, não sendo apenas um mero erro de escrita, como, por exemplo, casos de herança gênica que não são explicados pela presença de um só par de alelos (cor dos olhos e cor do cabelo). Esse fato mostra a importância de o professor não se ater somente aos textos apresentados pelos livros didáticos, e sim ser crítico e atualizado o suficiente para questionar o que está sendo proposto. Um professor que esteja atualizado com sua disciplina, talvez questionará possíveis erros encontrados nos livros didáticos, que devem ser usados como guia e não como base fundamental de ensino. Entretanto, a preocupação em relação ao objetivo dos estudos não deve ser apenas dos professores, e sim também dos alunos, que não devem se deter só às matérias para obter notas em suas avaliações, conscientizando-se que os conteúdos estudados são para a vida toda.

No estudo de Macedo e Rosa (2000b), pode-se verificar o desinteresse de alguns estudantes pelos conteúdos de sala de aula, os quais visavam apenas “aprender” os temas propostos para o vestibular, descartando assim, o conhecimento para a vida.

Por outro lado, os pesquisadores na área de ensino de Biologia mostram grande interesse em aprimorar o ensino da Biologia e o de genética evidenciando uma crescente preocupação com o *quê* e com o *como* os alunos estudam e aprendem os conteúdos da disciplina. Chamam a atenção os erros encontrados nos livros didáticos de Biologia (MANZKE, 1999) e a inovação do método de incentivo ao ensino através de jogos interativos (MELLO; MOTOKANE, 1997).

Os estudos na área de ensino de genética crescem a cada ano. Isso mostra a importância de os professores estarem atentos e se manterem atualizados acerca dos fatos ocorridos na ciência e na pesquisa em ensino de ciências. Além disso, evidencia-

se a preocupação do aprendizado numa ciência que tem ocupado seu espaço no mundo moderno. Nos encontros realizados pelo país, relacionados ao ensino de ciências, a genética ocupa seu lugar, embora ainda modesto, mas que vem aumentando o interesse e a preocupação com seu ensino.

#### 4.2.1.1 Encontros Perspectivas do Ensino de Biologia (EPEBs)

É significativo o número de trabalhos encontrados nos anais dos EPEBs que envolvem o ensino de genética. A seguir, apresenta-se um quadro que contém os temas dos trabalhos e os autores, com o respectivo ano de apresentação. Após o quadro, cada trabalho é relatado individualmente ressaltando-se o conteúdo principal.

**Quadro 1:** Síntese de trabalhos apresentados nos Encontros Perspectivas do Ensino de Biologia (EPEBs), agrupados por tema de trabalho e autor(es)

Tema do Trabalho	Autor(es)
Elaboração/Utilização de materiais didáticos	Carvalho (1994); Santos (1994); Carneiro et al. (1994); Mello e Motokane (1997); Azzoni (2000); Ferrari (2002b); Abel et al. (2002); Casella et al. (2002).
Conteúdos de genética no Ensino Médio	Trivelato (1988); Dias (1988); Amabis (1988); Malajovich e Roitman (1991); Janczur (1994); Campos e Nigro (1994); Freire (1994); Mello, Motokane e Trivelato (1997); Jannes, Rezende e Vieira (2000); Maciel et al. (2000); Valotta et al. (2000).
Evolução	Bizzo (1994a, 1994b); Carabetta Jr, Godoy e Moreira (1994); Teixeira, Santos e Soares (1994); Santos e Bizzo (1997); Oliveira e Mirandola (1997); Malaguth, Jannes e Pereira (1997); Cecchetti et al. (2002); Santos e Siedschlag (2002).
Análise de livros didáticos	Pacheco e Oliveira (1997); Reznik (1997); Pinto e Martins (2002).
Conceitos de professores sobre temas em genética	Martins e Braga (2002); Toledo e Martins (2002); Cantiello e Trivelato (2002); Scheid e Pansera-de-Araújo (2002); Rosa et al. (2002).

Dificuldades no ensino de genética	Della Justina, Ferrari e Rosa (2000).
Genética e Biotecnologia na mídia	Ripoll e Wortmann (2002).
Questões de vestibulares	Bizzo (1988).
História da genética	Ferrari (2002a).

O primeiro *Encontro Perspectivas do Ensino de Biologia* ocorreu em 1984. Nele e no Encontro de 1986 não foram encontrados relatos de trabalhos relacionados especificamente ao ensino de genética. No ano de 1988, foi realizado o terceiro encontro, no qual registraram-se quatro trabalhos sobre o ensino de genética, cada um com um tema diferente alertando para os assuntos que são abordados nessa área. A começar pela preocupação com os assuntos ensinados na escola secundária: se devem ou não ser usados os temas científicos recentes em sala de aula (AMABIS, 1988) com o propósito de alertar a sociedade para encarar a atividade científica de modo realístico e passar a participar das decisões político-científicas. Para isso, Amabis (1988) afirma que a discussão deve começar na sala de aula, onde devem ser fornecidos os subsídios básicos para uma participação consciente do cidadão.

Em outro trabalho, Trivelato (1988b) mostrou a preocupação em conhecer a situação do ensino de genética, em especial pesquisar o que os alunos do Ensino Médio aprendem em genética humana. Para o trabalho, utilizaram-se fontes e instrumentos diversos, como a observação e acompanhamento de aulas, análise de provas, entrevistas orais e questionários escritos. Um dos aspectos levantados é que, embora os alunos tenham obtido resultados satisfatórios em termos de avaliação, foi possível identificar alguns problemas de compreensão de conceitos e mecanismos envolvidos.

Também houve interesse em se pesquisar sobre o estímulo à aprendizagem em citogenética (DIAS, 1988). O objetivo da pesquisa foi o de identificar as reflexões que serviram e servem de base para o desenvolvimento da metodologia empregada nas disciplinas de citogenética. Utilizou-se a metodologia de aula prática para iniciar o

conteúdo abordado, o que, segundo o autor, favoreceu a apreensão da atenção e do interesse por parte dos alunos, aumentando a frequência das aulas.

Bizzo (1988) analisou as questões de vestibulares, ao longo de 14 anos, sobre a assimilação dos escritos de Darwin e comparou as alternativas consideradas corretas com os livros didáticos. Com essa análise, o autor concluiu que houve uma variação historiográfica por qual passou o darwinismo até então. Porém, “o problema não está propriamente nos vestibulares, eles apenas refletem o que é ensinado nos bancos escolares e o que está presente nos livros didáticos” (BIZZO, 1988, p.113).

No Encontro seguinte, em 1991, houve apenas um trabalho sobre ensino de genética, que tratou da introdução de tópicos de biotecnologia no ensino da Biologia (MALAJOVICH; ROITMAN, 1991) e de como levá-los para sala de aula. Alguns dos temas levantados foram microorganismos e processos fermentativos, enzimas e biotransformações, multiplicação *in vitro* de tecidos vegetais, tecnologias reprodutivas e engenharia genética. Os autores, contudo, não revelaram os resultados das experimentações em sala.

Em 1994, no quinto Encontro, foram apresentados quatro trabalhos que trataram do assunto de evolução, enfocando o ensino e a maneira como os alunos assimilam o conteúdo. Bizzo (1994a) apresentou seu trabalho, que teve o objetivo de focar os fundamentos do processo evolutivo de forma a torná-los inteligíveis para o aprendiz. Para isso, sugeriu ensinar evolução utilizando livros e fósseis, através dos quais a atividade prática ganha incentivo, não apenas ao estudo das idéias sobre a formação de fósseis, mas sobretudo à vivência do método científico. Segundo o autor, os alunos percebem que as verdades científicas estão amparadas em evidências de diferentes tipos.

Ainda no mesmo Encontro, Bizzo (1994b) apresentou os resultados de um trabalho aplicado a estudantes contendo entrevistas e cinco questões referentes aos escritos de Charles Darwin. Dos dados obtidos, apenas 2% dos alunos compreenderam o efeito da seleção natural na manutenção de características orgânicas de uma espécie, e 90% dos estudantes acreditaram nos feitos hereditários das modificações ocorridas

durante a vida dos indivíduos. Segundo o autor, os alunos puderam expor com liberdade suas convicções, que se opunham àquilo que a Biologia considera correto atualmente.

Carabetta Jr., Godoy e Moreira (1994) mostraram os resultados de um trabalho cujo objetivo foi a interpretação e o entendimento do processo de seleção natural. Para tal, planejaram e executaram três aulas para a sexta série, com duração de 45 minutos, que possuíam duas etapas: construção de um modelo de seleção natural para observação e análise e transposição da situação modelo para outras situações. Por meio das avaliações realizadas pelos alunos, os autores concluíram que a grande maioria atingiu os objetivos propostos, conseguindo não apenas solucionar as situações criadas em laboratório, como também elaborar novos modelos de seleção natural.

Teixeira, Santos e Soares (1994) aplicaram um questionário com estudantes e professores do Ensino Médio e em alunos universitários para avaliar as causas que levam ao insucesso em relação às disciplinas de Imunologia, Genética e Evolução, ministradas no ciclo básico dos cursos biomédicas da UFF. Os resultados apresentados pelos autores demonstram que a ausência de conceitos por parte dos alunos é uma das causas para o insucesso nas referidas disciplinas e reforçam a necessidade de se reformular o ensino em todos os seus níveis.

O trabalho de Carvalho (1994), também no mesmo encontro, propôs um material didático para o tema de cariótipo humano. Primeiramente, colocou a importância de se repensar a organização curricular dos cursos de genética oferecidos aos alunos do Ensino Médio. Assim, o autor desenvolveu um material que tem por objetivo oferecer a professores e alunos de segundo e terceiro graus a oportunidade de trabalhar, de maneira simulada, com atividades práticas envolvendo o tema “cariótipo humano”. O *kit* é composto por 63 peças que possibilitam a simulação de um exame de cariotipagem de indivíduos normais e idiogramas que configuram aneuploidias.

Os assuntos relacionados à Biologia Molecular apareceram no material de Santos (1994) composto por canudos de refrigerante, cartolina e bolinhas de isopor.

Sua proposta foi simular a estrutura química do DNA o que, segundo o autor, facilita a compreensão dos temas ligados a essa molécula.

Em relação à sugestão de material didático, Carneiro et al. (1994) apresentaram um projeto intersetorial e interdisciplinar com o objetivo de produzir e testar vídeos didáticos como material de apoio ao ensino de conteúdos de genética para o Ensino Médio. O vídeo contempla três temas: diversidade e variabilidade biológicas, descoberta do material genético e estrutura do DNA. Os autores visaram ampliar a produção dos vídeos e estendê-los para outros temas, como replicação do DNA e síntese de proteínas.

Os outros três trabalhos de 1994 relacionaram-se com a compreensão e/ou sua falta a respeito dos conceitos ligados à genética. Janczur (1994) propôs um exemplo para relacionar os eventos da meiose e gametogênese aos cruzamentos realizados em genética. O exercício inicia-se após uma introdução teórica do conteúdo. É fornecido aos alunos um roteiro de atividade, em que cada estudante deve esquematizar uma célula com seu respectivo número cromossômico ( $2n=6$ ) e a seguir finalizar o processo meiótico. O autor concluiu que esse tipo de atividade facilita o entendimento dos alunos sobre os cruzamentos realizados em genética, bem como suas previsões.

Campos e Nigro (1994) preocuparam-se com a dificuldade de alunos e professores no processo ensino-aprendizagem de genética. Entre as causas possíveis, destacaram-se: a não-compreensão dos conceitos de gene, cromossomo, alelo e recessivo; a relação entre esses conceitos; a meiose e a herança biológica. A proposta do trabalho dos autores foi a de identificar quais eram os conceitos que, uma vez tendo aparecido na história da ciência da hereditariedade, continuam válidos até o momento e que também são observados em entrevistas realizadas com alunos do Ensino Médio. Com um total de 18 entrevistas, eles concluíram que um curso de genética que tenha a finalidade de promover o entendimento do fenômeno de Herança Biológica deve proporcionar aos seus alunos a noção certa do funcionamento gênico.

Freire (1994) verificou as concepções que as crianças possuem da reprodução e hereditariedade. Seu trabalho foi realizado através de entrevistas com alunos da quinta série, sobre reprodução de plantas e animais. A autora concluiu que a maioria das crianças apenas reconhece a reprodução sexuada nos animais, na qual é possível visualizar algum indício de cópula, ignorando a necessidade do macho na reprodução de animais pequenos, como os insetos. No que diz respeito à reprodução das plantas, a pesquisadora relatou que os estudantes, apesar de saberem que estas podem ser produzidas por sementes, não relacionaram o fato com o processo de perpetuação e diversidade das espécies.

Na sexta edição do Encontro, realizada no ano de 1997, também houve três temas ligados ao ensino e compreensão dos alunos sobre evolução. Santos e Bizzo (1997) propuseram entender como os estudantes assimilam os conceitos evolutivos durante o período de aprendizado. Para a análise da pesquisa, os autores realizaram a descrição das idéias dos estudantes sobre alguns importantes conceitos da teoria evolutiva (evolução, adaptação, mutação e espécie), recolhidos em entrevistas prévias e posteriores à aplicação das atividades de aula. Conforme os autores, os estudantes compreenderam evolução como melhoramento, crescimento, aperfeiçoamento e que os organismos modificam-se ao longo do tempo, apesar de o mecanismo pelo qual se daria essa modificação não ser bem entendido.

Ainda na linha de investigação sobre evolução, Oliveira e Mirandola (1997) pesquisaram, através de entrevistas, as explicações dadas por alunos de quarta série do Ensino Fundamental sobre o surgimento dos primeiros homens e das primeiras mulheres. Todas as crianças entrevistadas apresentaram interpretações que envolviam um criador para justificar o surgimento do homem e da mulher (que teria surgido a partir desse homem).

O trabalho de Malaguth, Jannes e Pereira (1997) tratou especificamente dos conteúdos nos livros didáticos. O objetivo do trabalho foi o de relatar como o ensino de genética para supletivo, orientado pelos atuais livros didáticos, está aquém das expectativas. Segundo os autores, para suprir essa defasagem, o professor não deve privilegiar a aula expositiva, e sim abrir espaço para debates, discussão de textos,

trabalhos em grupos e atividades de campo. Eles acreditam que as formas tradicionais de ensino não se mostram adequadas para uma população que é diferenciada da faixa infanto-juvenil. O ensino supletivo deve incluir o respeito à forma de pensar do adulto. O ensino de um tema tão ligado à vida das pessoas, como a genética, deveria ser trabalhado baseando-se nas experiências pessoais dos alunos (MALAGUTH; JANNES; PEREIRA, 1997).

Reznik (1997) teve o propósito de trazer elementos para a discussão sobre a relação entre os conhecimentos científicos produzidos academicamente e sua transposição para os livros didáticos. Com a análise de 54 livros didáticos de Biologia, a autora afirmou haver uma defasagem entre o processo de elaboração e fixação dos conhecimentos na academia e o que se consolida nos livros escolares.

Pacheco e Oliveira (1997) apresentaram algumas evidências do senso comum, sobre evolução, a partir da análise de livros didáticos do Ensino Médio. Partindo da pergunta “Como a evolução é tratada nos livros didáticos do Ensino Médio?”, as autoras analisaram três livros ressaltando pontos problemáticos em cada um deles, como equívocos históricos, ausência de citação de referências nos livros, ilustrações inadequadas que reforçam o senso comum e ainda grande ênfase à comprovação experimental, como critério de cientificidade.

Houve também o interesse em pesquisar o ensino utilizando-se artifícios, como jogos. Mello e Motokane (1997) montaram um jogo de tabuleiro com perguntas referentes a conhecimentos específicos de genética do Ensino Médio, buscando a utilização de uma forma de avaliação mais lúdica e interessante para os alunos. Para os autores, o jogo é indicado como forma de avaliação, proporciona maior interação social no ambiente de sala de aula, desencadeia momentos de reflexão em grupo e individual e ainda ajuda na memorização de conceitos.

Ao relacionar o conteúdo de genética humana com o cotidiano do aluno, Mello, Motokane e Trivelato (1997) realizaram um trabalho com 60 alunos da terceira série do Ensino Médio, avaliados através de participação em discussões, resoluções de problemas, aulas práticas, apresentação de seminários e textos, realização de provas

dissertativas e teste de múltipla escolha. Concluíram que, ao avaliarem os conhecimentos específicos dos alunos, seus objetivos propostos foram alcançados, como motivação e facilitação do aprendizado devido à significância dos conteúdos.

Em 2000, o sétimo Encontro apresentou cinco trabalhos relacionados com o ensino de temas específicos em genética. Jannes, Rezende e Vieira (2000) trabalharam o tema herança, na tentativa de construir uma unidade temática que discuta a herança a partir dos conhecimentos populares, de situações próximas do aluno, debatendo questões presentes no cotidiano. O material utilizado consiste em dois cadernos, um para o professor e outro para o aluno. No caderno do professor, estão presentes sugestões de como trabalhar o material e questões/problematizações para aprofundar cada atividade. No caderno destinado aos alunos, consta um texto dialógico, buscando desafiar os estudantes a reelaborarem representações cotidianas sobre a herança.

No tema referente ao RNA, Maciel et al. (2000) desenvolveram um estudo dirigido sobre o papel do RNA no controle da síntese de proteína. Através das atividades, os autores relataram que os alunos tiveram a oportunidade de pensar em hipóteses, confrontá-las com resultados, debater questões e elaborar conceitos, constituindo uma relação dinâmica de ensino-aprendizagem.

Sobre o tema evolução, Valotta et al. (2000) estudaram a capacidade de desenvolver o potencial dos alunos para explicar as mudanças biológicas usando um modelo de seleção natural. Para trabalhar o tema, os autores propuseram um *kit* com esferas de plástico que simulam cruzamentos entre indivíduos, através do qual os alunos calculam as frequências gênicas dos alelos em sucessivas gerações, constroem gráficos para representar alterações nas frequências gênicas e verificam o efeito de mutações e seleção natural nas frequências gênicas em populações.

Sobre a utilização de aulas práticas, Azzoni (2000) relatou o desenvolvimento de uma experiência inovadora de ensino. Nela as aulas práticas têm por função despertar e manter o interesse dos alunos; envolver os estudantes em investigações científicas, levando-os a compreender conceitos básicos; e desenvolver habilidades científicas, como observar, organizar, interpretar dados e criticar

resultados. A partir do estudo experimental proposto, os alunos puderam desenvolver e aplicar competências e habilidades relacionadas à investigação e compreensão de procedimentos científicos.

Estudos sobre a dificuldade no ensino de genética com os temas clonagem, transgênese, citogenética, herança multifatorial e doenças genéticas também tiveram seu destaque. Della Justina, Ferrari e Rosa (2000) apresentaram um projeto que visou contribuir com a formação científica dos professores do Ensino Médio, por meio da discussão de um tema específico, da área de genética, e da elaboração de um material didático-metodológico que possa auxiliar o professor na perspectiva de trabalhar um tema relevante. Para tal trabalho, utilizaram como instrumento um questionário, que foi distribuído a professores da rede de ensino de Santa Catarina. As respostas foram agrupadas em oito categorias. Assim, as autoras concluíram que há mais preocupação dos professores com as temáticas relacionadas às novas abordagens em genética.

No ano de 2002, foi realizado o oitavo Encontro Perspectivas do Ensino de Biologia, com 13 trabalhos na área de ensino de genética, dos quais cinco investigaram os conceitos de professores sobre temas ligados à área e quatro sugeriram materiais didáticos como complementos para melhorar o ensino de genética. Os demais investigaram outros assuntos. Dentre os conceitos, Martins e Braga (2002) realizaram um estudo relativo às respostas dos candidatos no vestibular da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), no ano de 1999, abordando conhecimentos relacionados a conceitos de ecologia, genética e evolução. Os autores analisaram 283 provas, que foram agrupadas segundo as categorias: reprodução, reprodução com inferência, inferência e inferência contraditória. Os resultados apontaram para as diferenças qualitativas na performance dos estudantes na utilização de conhecimentos científicos/escolares, o que, para os autores, ressaltou a necessidade de mudanças na forma como são apresentados os conceitos, visando a não proliferação de idéias incorretas. Para isso, é necessário investir na formação continuada do profissional e que esse se posicione de forma crítica perante aos textos e informações apresentados nos livros e demais materiais didáticos (MARTINS; BRAGA, 2002).

Toledo e Martins (2002) relataram um estudo sobre as concepções dos professores em relação ao conceito de DNA e cromossomo, partindo da afirmação “Cada célula interfásica do nosso corpo tem 46 moléculas de DNA”. O estudo mostrou que, dos 162 professores que participaram da investigação, 73 discordaram da afirmação. Para os autores, os resultados obtidos indicaram que os professores apresentaram uma grande dificuldade em lidar com o modelo explicativo de que cada cromossomo corresponde a uma molécula de DNA. Os autores salientaram que, além dos livros didáticos apresentarem erros conceituais, os cursos de formação de professores de Biologia não contemplam uma articulação entre os conhecimentos da bioquímica, biologia celular, evolução, ecologia e genética, formando um professor com uma visão muito restrita do conhecimento biológico e muitas vezes incapaz de superar as dificuldades impostas pelo avanço da ciência e tecnologia.

Cantiello e Trivelato (2002b) verificaram como o conceito de herança biológica está presente nos currículos do Ensino Médio e como é compreendido pelos alunos. Para isso, utilizaram o desempenho e o índice de acertos dos candidatos ao vestibular da FUVEST, de 1996 a 2000. As autoras verificaram que os conteúdos mais presentes nas questões das provas são os que possuem os menores índices de acerto por parte de candidatos; e que as questões relacionadas ao conceito de herança biológica mostraram-se significativas do ponto de vista quantitativo e, ao mesmo tempo, com baixos índices de acertos. O que para Cantiello e Trivelato (2002b) resulta em indícios de que há problemas de aprendizagem desse conteúdo.

Scheid e Pansera-de-Araújo (2002b) enfocaram o processo ensinar/aprender conceitos de genética e hereditariedade entre as graduandas do curso de Ciências Biológicas da URI, no Rio Grande do Sul. Foram entrevistadas 17 universitárias e os resultados relataram que alguns conceitos como gene e herança são pouco dominados e confusos entre as estudantes. Conclui-se ser essencial buscar alternativas que contribuam para a melhoria da formação de professores de Biologia, observando a abordagem epistemológica desse conhecimento e da sua prática profissional construída ao longo do curso. Assim, poderá ser desenvolvida a responsabilidade desses futuros educadores, na importante tarefa da alfabetização científica numa perspectiva cidadã.

Rosa et al. (2002) fizeram uma análise das noções que professores de Biologia não-licenciados (professor-aluno) do Ensino Médio da rede pública, participantes do curso de ensino a distância, têm do processo de evolução. O trabalho tinha dois objetivos: identificar e analisar algumas concepções que professores expressam em relação ao tema, e orientar a continuidade de iniciativas dirigidas para a correção de equívocos e dúvidas sobre o tema. Analisaram-se 104 questionários entre professores-alunos que indagavam “O que a evolução não é? O que a evolução é? Que diferença isso faz para nós?” Para analisar os resultados, empregaram-se três categorias: se o professor-aluno evidenciou domínio do conhecimento sobre processos evolutivos; se utilizou linguagem clara e adequada; e se atendeu ao objetivo proposto para a atividade (elaboração de um texto para seus alunos). O estudo pretendeu contribuir para modificar algumas concepções dos professores-alunos, proporcionando um fértil pensar sobre o ensino de evolução.

Cecchetti et al. (2002), ao investigarem o tema evolução, prepararam um jogo com o objetivo de introduzir e/ou fixar conceitos de evolução durante as aulas de Biologia. O jogo possui um tabuleiro, dados, pinos coloridos e cartas com questões específicas sobre Darwin e suas idéias. Para os autores, a expectativa é de que ao final do processo os alunos fixem os conteúdos abordados em evolução e estabeleçam relações entre os conceitos desenvolvidos por Darwin e o momento histórico-científico-cultural em que ele viveu.

Ferrari (2002b) elaborou um texto intitulado “Clonagem de gente: uma longa história”, que serviu como um exemplo de material alternativo ao livro didático. A autora relatou que o tema clonagem foi escolhido por ser propício à discussão de noções básicas de Biologia, mas que além desse tema, outros relacionados, como as pesquisas com células-tronco, projeto genoma, etc., mereciam uma transposição que originasse outros materiais didáticos.

Abel et al. (2002) também trabalharam com a apresentação de um novo material didático, com o objetivo de disponibilizar aos professores e estudantes do Ensino Médio e Fundamental uma visão dinâmica dos processos celulares, mostrando a biologia molecular estrutural pela ação, pelas imagens e representações simbólicas.

Os autores confeccionaram um conjunto formado por peças de plástico, que possibilita a montagem de moléculas de ácidos nucléicos e de proteínas. Abel et al. (2002) ressaltaram que o projeto inclui a produção de material didático, cursos de atualização para professores e alunos em todos os níveis (Ensino Fundamental, Médio e Superior) e ainda palestras em escolas e para a comunidade. Segundo os autores, os materiais deverão ser testados por professores e estudantes do Ensino Médio e Fundamental em diferentes escolas de São Carlos-SP. Para eles, o projeto constitui uma ferramenta que facilita ao professor uma abordagem desse assunto e o material poderá ser distribuído em todo o território nacional. Assim, a veiculação dos modelos pode despertar nos alunos a percepção da biologia molecular e começar a criar um senso crítico em relação às questões de biotecnologia.

Casella et al. (2002) elaboraram um material didático em forma de áudio, que apresenta um problema aos alunos. Esses optam entre Sophia ou Luzia, personagens da estória, que diferem entre si, por questões de genética e ambientais. Tal escolha deve ser argumentada pelos estudantes. O material elaborado, além de abordar a transição genótipo-fenótipo, pretende ajudar a desenvolver nos alunos a habilidade de discutir e argumentar. Os autores consideraram que a discussão sobre pontos como esse ajudam a dissolver preconceitos e a propiciar uma melhor compreensão de situações cotidianas.

Pinto e Martins (2002) analisaram três livros didáticos de Biologia em relação a três parâmetros principais: fontes das principais idéias relacionadas no texto; ordenação de argumentos; e utilização de recursos retóricos, como metáforas e narrativas. O resultado mostrou que os principais argumentos dos autores dos livros apoiaram-se em referências à História da Ciência. Os autores ressaltaram que a análise retórica mostrou-se uma importante ferramenta para a análise dos argumentos dos livros didáticos, e que suas análises, podem fornecer elementos para instrumentalizar professores e alunos para uma leitura mais crítica desse material.

Santos e Siedschlag (2002) apresentaram um estudo com a finalidade de desvelar os mecanismos pelos quais são conservadas as idéias cotidianas, analisando as ilustrações da Revista Ciência Hoje na Escola; a narrativa do filme “Galápagos

além de Darwin”; e as concepções de evolução presentes na série de desenho animado “Pokémon”. As autoras relataram que a evolução é simbolizada como uma pista de corrida na qual várias espécies de seres estão competindo, e que no filme o narrador explica porque a maior parte dos animais das ilhas vulcânicas possui coloração acinzentada e escura, veiculando explicações de senso-comum. No desenho animado, os personagens simbolizam espécies que podem evoluir no tempo, associando evolução ao desenvolvimento e aperfeiçoamento. Os autores ressaltaram que esses conhecimentos cotidianos presentes na “mente” dos estudantes podem originar novos conhecimentos, porém também podem impedir a acomodação do conceito de evolução tal qual os biólogos o entendem.

Ferrari (2002a) realizou uma pesquisa que consistiu no resgate da história da genética humana no Brasil e dos fatores que contribuíram para seu desenvolvimento. Para isso, elaborou um material que tem a intenção de fornecer ao professor um texto que estimule a discussão de concepções de hereditariedade, de ciência, de atividade científica e de formação de cientistas, na perspectiva de problematização inicial. A idéia do texto é elaborar o conceito de genética como ciência, aproximar a ciência do cotidiano e humanizar a imagem do cientista. Para a autora, a elaboração do trabalho foi devido à convicção de que é importante discutir a ciência dos grandes centros internacionais de pesquisa, mas não deixar de discutir a ciência que se faz no país, resgatando figuras que contribuíram para o desenvolvimento do conhecimento.

Por fim, Ripoll e Wortmann (2002) apresentaram assuntos que são ditos sobre genética e biotecnologia na mídia. Para os autores, a mídia impressa não reflete, intermedeia ou traduz os saberes científicos e seu jargão técnico para os diversos públicos, leigos ou não. Os pesquisadores relataram que nas reportagens coletadas a genética é representada como um negócio lucrativo, e mostram quanto a indústria farmacêutica cresce a cada ano, com as descobertas no campo da genética e da biotecnologia. Segundo os autores, ao se questionar o que a genética tem ensinado para os alunos e onde se encaixa o ensino de Biologia nas novas configurações da vida

contemporânea, mesmo sem ter as respostas precisas e claras, através delas é possível exercitar a prática de se interrogar acerca daquilo que as pessoas se propõem e fazem.

#### 4.2.1.2 Encontros Nacionais de Pesquisa em Educação e Ciências (ENPECs)

Nos ENPECs não foram encontrados muitos trabalhos na área do ensino de genética. Foi elaborado um quadro que mostra os autores e seus respectivos temas de trabalho. A seguir, apresenta-se cada pesquisa de forma mais descritiva.

**Quadro 2:** Síntese de trabalhos apresentados nos Encontros Nacionais de Pesquisa em Educação e Ciências (ENPECs), agrupados por tema de trabalho e autor(es)

Tema do Trabalho	Autor(es)
Ética	Rosa (1997).
História da genética	Leite, Ferrari e Delizoicov (2001).
Questões de vestibulares	Cantiello e Trivelato (2001).
Projeto Genoma Humano no Ensino Médio	Canal e Bastos (2001).

Os Encontros Nacionais de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPECs) são realizados em âmbito nacional, sob a promoção da Associação Brasileira de Pesquisa em Ensino de Ciências (ABRAPEC). No primeiro, ocorrido em 1997, registrou-se o trabalho sobre ética em genética humana entre alunos de graduação (ROSA, 1997). Em 1999, houve o segundo encontro, porém não houve estudos específicos sobre o ensino de genética. No terceiro ENPEC, em 2001, o trabalho sobre “A História das Leis de Mendel na Perspectiva Fleckiana” apresentado por Leite, Ferrari e Delizoicov (2001) propôs um material voltado para professores, no qual se estabelece relações entre a produção científica de Mendel e o contexto social, histórico e econômico de sua época. Os autores concluíram que a participação de Mendel em

diversos estilos de pensamentos, segundo a categoria de Fleck, teria contribuído para que o cientista encarasse o problema da hereditariedade sob uma nova perspectiva.

Em outro trabalho apresentado em 2001, Cantiello e Trivelato (2001) verificaram que as questões de vestibulares que envolviam o conceito de herança biológica apresentaram baixo índice de acerto, o que instigou as autoras a verificarem como o conceito de herança está presente nos currículos do Ensino Médio e como é compreendido pelos alunos. As pesquisadoras não relataram os resultados da investigação, argumentando que esse trabalho era parte da dissertação de mestrado que estava em desenvolvimento na época.

O terceiro trabalho apresentado, em 2001, por Canal e Bastos (2001), tinha por objetivo propor e testar nos alunos do Ensino Médio uma programação de ensino voltada para o estudo e discussão de temas relacionados às pesquisas de ponta em Biologia, em especial o Projeto Genoma Humano. O trabalho apresentou apenas as etapas que seriam realizadas: pesquisa bibliográfica sobre o Projeto Genoma Humano; pesquisa bibliográfica e análise dos debates atuais sobre o ensino e aprendizagem de ciências; proposição de uma programação de ensino sobre o Projeto Genoma Humano; e a realização de uma experiência pedagógica com uma turma de alunos do Ensino Médio. Não foram relatados os resultados obtidos na pesquisa.

#### 4.2.1.3 Congressos Nacionais de Genética (CNGs)

O quadro a seguir agrupa os trabalhos apresentados nos Congressos Nacionais de Genética desde 1998, separados por temas de trabalhos e seus respectivos autores. Após o quadro, esses trabalhos são descritos de maneira sucinta, mas com especificidade.

**Quadro 3:** Síntese de trabalhos apresentados nos Congressos Nacionais de Genética (CNGs), agrupados por tema de trabalho e autor(es)

Tema do Trabalho	Autor(es)
Elaboração/Utilização de materiais didáticos	Malta e Ortega (1998); Nery e Rodriguez (1998); Souza e Ferrari (1998); Pavan et al. (1998); Valadares (1999); Casteleti e Morais Jr. (1999); Siqueira Júnior, Siqueira e Ananias (1999); Carvalho, Pinto e Golombieski (2000); Cândido et al. (2000); Gondro e Magalhães (2000); Carvalho et al. (2000); Brandão e Acedo (2000); Cardoso, Costa e Lomônaco (2001); Silveira e Oliveira (2001); Almeida et al. (2001); Araújo et al. (2001); Picinini-Teixeira, Tostes e Gomes (2002); Alves e Santini (2002); França e Paula (2002); Rosa e Orlandi (2002); Maestrelli, Rosa e Ferrari (2002).
Conceitos e contextualização de temas em genética	Paula e Silva, Ligocki e Tidon-Sklorz (1998); Ligocki, Ayres e Tidon-Sklorz (1998); El-Hani et al. (1998); Rosa (1998); Rodini e Souza (1999); Rosa (1999); Ferrari (1999a, 1999b); Justina, Rosa e Ferrari (2000); Macedo e Rosa (2000b); Souza e Leyser da Rosa (2000); Moreira et al. (2000); Picinini-Teixeira e Nascimento (2001); Marrero e Maestrelli (2001); Mora et al. (2001); Ferrari, Leite e Delizoicov (2001); Sepel e Loreto (2001); Santos et al. (2002); Silveira e Amabis (2002); Infante-Malachias, Camargo e Amabis (2002); Camargo et al. (2002).
Avaliação do ensino em genética	Silva, Oliveira e Bello (1999); Ferreira et al. (1999); Sepel e Loreto (1999); Tajara et al. (1999); Scheid e Pansera-de-Araújo (2001, 2002a); Camargo e Amabis (2001); Inocêncio et al. (2001); Nunes et al. (2001); Picanço et al. (2001); Turcinelli et al. (2001); Porciuncula, Norato e Marques-de-Faria (2001); Ometto-Nascimento et al. (2001); Wuo (2002); Gomes, Tostes e Picinini-Teixeira (2002); Vidotto et al. (2002); Nunes et al. (2002); Ribas, Sarmiento e Rodriguez (2002); Moreira et al. (2002).
Metodologia e prática de ensino	Leyser da Rosa e El-Hani (2000); Ometto-Nascimento et al. (2000); Maestrelli (2000).
Questões de vestibulares	Malcher, Pinheiro e Nascimento (2000); Cantiello e Trivelato (2002a); Nascimento e Rosa (2002).

Embora os trabalhos na área de ensino de genética sejam recentes, é possível constatar que sua importância vêm crescendo, dado o número de trabalhos apresentados em diversos congressos. Nos anais dos Congressos Nacionais de Genética, encontros realizados anualmente pela Sociedade Brasileira de Genética

(SBG), verifica-se um espaço dedicado exclusivamente à apresentação de pesquisas realizadas nessa área, espaço esse que não existia há poucos anos. Os trabalhos apresentados na área de ensino, quando presentes, eram enquadrados até 1998 nos temas “outros”. Só em anos mais recentes é que foram separados numa seção específica de *ensino*.

Em 1998, na 44<sup>a</sup> edição do Congresso Nacional de Genética, foram encontrados oito trabalhos relacionados ao tema de ensino de genética, sendo que quatro deles eram sobre propostas de modelos didáticos e os outros quatro abordavam conceitos de ensino entre professores e/ou alunos.

Sobre os modelos didáticos, Malta e Ortega (1998) elaboraram um estudo entre estudantes de nível secundário, professores universitários e crianças para a verificação do conhecimento em relação à determinação da expressão gênica. O modelo utilizava uma fita curvada representando o DNA, e regiões coloridas representando os sítios de ligações das proteínas. As proteínas eram caracterizadas por placas de borracha, também coloridas. Para os pesquisadores, o trabalho se mostrou eficiente para demonstrar o funcionamento de um ensaio genético de seleção do duplo-híbrido.

No mesmo ano, Nery e Rodriguez (1998) também desenvolveram um modelo que representa os processos de transmissão dos mecanismo que ocorrem dentro das células. Esse modelo era constituído de ribossomos, RNA transportador, RNA mensageiro e aminoácidos, feitos de material emborrachado, contendo velcro para que possam ocorrer as “ligações”. O conjunto de peças acompanhava um roteiro que orienta o estudante a percorrer as etapas da síntese proteica. Não se tem relato se o *kit* já foi testado e dos resultados que os autores obtiveram.

Souza e Ferrari (1998) apresentaram outro modelo para simulação do processo de tradução, em decorrência, segundo as autoras, da falta de material didático para promover a aprendizagem de alunos do Ensino Médio e Superior. Com o objetivo de sanar parte da deficiência e facilitar o desempenho do professor no processo ensino-aprendizagem, foi projetado um material que simula a síntese da cadeia peptídica.

Composto por uma caixa de papelão com peças e livreto explicativo, o material foi aplicado com alunos do primeiro e terceiro ano do Ensino Médio e com alunos de graduação em Ciências Biológicas da UFSC, na disciplina de genética e, posteriormente, utilizado no projeto Pró-ciências. Contudo, não foram relatados os resultados obtidos.

Ainda na área de modelos didáticos, Pavan et al. (1998) elaboraram um jogo educativo denominado “Evoluindo-Genética” para auxiliar o ensino de genética. Esse jogo é formado por um tabuleiro, dois dados, seis peças coloridas e 200 fichas contendo 800 questões de múltipla escolha. Essa proposta visou despertar a curiosidade e o interesse do aluno. Segundo os autores, o jogo representa um catalizador, induzindo um aumento na participação do professor e do aluno no processo de aprendizagem. Sendo uma proposta de material para atender primariamente escolas do sistema público, é elaborado através de um material auto-explicativo e de baixo custo. Entretanto, por sua abrangência e atualidade, pode ser utilizado por vestibulandos, profissionais e alunos de Biologia. Os autores já estavam, na época, elaborando um segundo jogo: “Evoluindo-Biologia”.

Num outro foco de pesquisa, o 44<sup>o</sup> Congresso, em 1998, contou ainda com mais quatro trabalhos sobre o ensino de genética. Paula e Silva, Ligocki e Tidon-Sklorz (1998) elaboraram atividades alternativas para o ensino de evolução no segundo grau. Segundo os autores, o ensino de evolução contribui para uma compreensão integrada da Biologia e para o desenvolvimento da visão crítica dos estudantes. O trabalho teve como objetivo tornar o processo ensino-aprendizagem mais eficiente e agradável. Os autores produziram um conjunto de propostas de atividades relacionadas aos conteúdos: seleção artificial; equilíbrio de Hardy-Weinberg e fatores capazes de alterá-lo; adaptação; extinção; deriva dos continentes e equilíbrio pontuado. Os resultados preliminares sugeriram que os conteúdos abordados tornaram-se mais interessantes, dinâmicos e compreensíveis, criando um espaço para a interação e debate entre alunos e professores.

Ligocki, Ayres e Tidon-Sklorz (1998) trabalharam com pré-concepções relacionadas à evolução biológica, entre professores de segundo grau que lecionam em

Brasília. Seus objetivos eram identificar o perfil do professor que leciona evolução e diagnosticar as principais dificuldades ao abordar o tema em sala de aula. Tal levantamento foi feito por meio de 71 questionários, que mostraram que a maior parte dos professores considera o equilíbrio de Hardy-Weinberg difícil, e que, para os professores, a evolução é direcionada e traz melhorias ao processo evolutivo. As conclusões sugeriram que o ensino de evolução nas universidades e faculdades merece uma profunda reflexão, para identificar quais são os principais objetivos da disciplina e as estratégias para atingi-los.

El-Hani et al. (1998) estudaram as idéias de alunos de Ciências Biológicas da Universidade Federal da Bahia sobre determinismo genético e clonagem humana. A pesquisa foi realizada por meio de entrevistas semi-estruturadas sobre: Quais são as entidades fundamentais que compõem o universo? Como essas entidades interagem umas com as outras e com os sentidos? Que questões de pesquisa são legítimas e que técnicas podem ser empregadas no estudo de tais entidades? Para os autores, os resultados mostraram uma tendência geral de adoção de perspectiva que não é reducionista nem determinista, e que há rejeição, pela grande maioria, do uso da clonagem humana.

O último trabalho apresentado sobre ensino de genética nesse ano foi de Rosa (1998), que visou conhecer a opinião de universitários da área de saúde sobre questões relacionadas ao uso do diagnóstico pré-natal e de testes genéticos. Foi aplicado um questionário com estudantes de Medicina, Odontologia, Enfermagem e Farmácia, totalizando 159 alunos em duas instituições de Ensino Superior. Os resultados indicaram que 82% expressam atitudes positivas em relação aos avanços práticos da genética humana, a grande maioria é favorável ao uso do teste pré-natal para detecção de anencefalia, síndrome de Down e fibrose cística. De acordo com autora, a complexidade das implicações éticas, psicossociais e legais do conhecimento e das práticas em genética humana indicam a urgência de se incorporar esses temas na educação dos futuros profissionais de saúde.

Em 1999, foi realizado o 45º Congresso Nacional de Genética, que contou com 11 trabalhos na área de ensino de genética. Desses, três apresentaram modelos

para melhoria do ensino, quatro estudaram conceitos e contextualização de temas relacionadas à genética, e os restantes discutiram a avaliação do ensino sobre genética.

Em relação aos modelos, Valadares (1999) criou uma forma interessante de trabalhar assuntos relacionados às alterações na estrutura dos cromossomos. O autor utilizou flutuadores de piscina para construir modelos de cromossomos, com encaixes nas regiões dos centrômeros e ao longo dos braços, para simular alterações estruturais e recombinações. Esses modelos foram testados em um seminário para alunos do curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Uberlândia, no qual foi verificado que os modelos são de fácil utilização e que ilustram amplamente, e de maneira prática, o assunto em questão.

Também com o intuito de auxiliar o ensino de genética, Casteleti e Morais Júnior (1999) desenvolveram um *software* que aborda temas da genética clássica e moderna. A primeira versão do programa foi disponibilizada para professores universitários que iriam testá-la, relatando possíveis problemas a serem corrigidos. Os autores garantiram que o *software* terá uma versão simplificada para internet, permitindo o acesso de outros usuários para pesquisas e sugestões.

Outro *software* foi produzido e apresentado por Siqueira Júnior, Siqueira e Ananias (1999) com o objetivo de esquematizar a morfologia dos cromossomos e minimizar as dificuldades encontradas para representar os cromossomos de uma determinada espécie e, ainda, facilitar a interpretação dos resultados obtidos. Segundo os autores, o software é destinado a pesquisadores que utilizam a representação de cromossomos como parte nas análises de resultados.

Silva, Oliveira e Bello (1999) relataram que uma das barreiras para o aprendizado em ciências é a falta de interação entre professores e alunos. Para as autoras, os conteúdos de genética não são compreendidos por diferentes motivos: vocabulário específico, excesso de termos técnicos, apresentação cognitiva e o conhecimento prévio dos alunos. O objetivo do trabalho era detectar as necessidades e as dificuldades dos alunos em relação à compreensão dos termos relacionados à aula de Biologia. A pesquisa realizou-se com 450 alunos do Ensino Fundamental e Médio

sobre concepções referentes aos conceitos de genética. Com as palavras listadas pelos alunos, as autoras produziram 20 categorias de livre associação. Pelos resultados obtidos, concluiu-se que as concepções ocorrem para acomodar as novas aprendizagens e apontam uma informação importante para a avaliação dos conteúdos abordados no contexto escolar. As pesquisadoras não relataram qual seria essa informação importante.

Ferreira et al. (1999) averiguaram problemas existentes na bibliografia utilizada no ensino de 2º grau e no nível de atualização dos professores da rede pública e particular em Pelotas-RS, com o intuito de sugerir melhoria do ensino de genética e evolução. A metodologia utilizada foi a aplicação de um questionário analítico-expositivo nos professores e bibliotecários das escolas escolhidas. Os autores citaram o fato de que a maioria dos livros didáticos disponíveis não aborda o conteúdo programático. Os assuntos que os professores têm mais dificuldades em ministrar aulas são: as leis de Mendel; ligação e recombinação; malformações congênitas; e as Teorias da Evolução. Os resultados preliminares da pesquisa ressaltaram a importância do assunto e a pertinência da continuidade desse projeto, assim como a necessidade da tomada de medidas saneadoras visando a melhoria da qualidade de ensino, tanto para professores como para alunos (FERREIRA et al., 1999).

Segundo Rodini e Souza (1999), os professores responsáveis pelos conteúdos de genética médica têm manifestado dificuldade no ensino de noções de aconselhamento genético, causas de abortamento espontâneos, erros inatos do metabolismo e sindromologia, solicitando cursos de capacitação nessa área. A primeira etapa do trabalho consistiu numa avaliação para diagnosticar o estado atual do conhecimento dos professores, aplicando questionários sobre os temas contidos na proposta curricular. Depois foi realizado um curso teórico-prático de genética médica, por um ano, desenvolvendo atividades pertinentes aos temas citados. Como resultado do curso, os pesquisadores elaboraram uma apostila e um texto com orientações sobre perdas fetais e diagnóstico pré-natal. Terminado o curso, reaplicaram o questionário inicial e as respostas revelaram aprendizagem dos conteúdos ministrados.

Rosa (1999) trabalhou o conceito de doença genética através dos tempos em livros-texto de genética humana. Segundo a autora, foi possível distinguir três tipos de concepções ao longo do tempo: concepção fenotípica-morfológica; concepção fenotípica-bioquímica; e concepção fenotípica-molecular. Como resultado da pesquisa, a pesquisadora afirmou que tais concepções não são excludentes. Seu reconhecimento pode auxiliar a compreensão dos conceitos vigentes tanto na comunidade científica como entre o público em geral.

Sobre o estudo do nascimento da genética humana brasileira, Ferrari (1999a) relatou que Freire-Maia criou a disciplina de genética, dentro do curso de História Natural, em 1950. Sendo professor da Universidade Federal do Paraná (UFPR), Freire-Maia dedicou-se em tempo integral à universidade, intensificando suas pesquisas, formando um grupo expressivo de pesquisadores; criando linhas independentes de pesquisa e cursos de mestrado e doutorado, que formaram geneticistas brasileiros e também estrangeiros. Freire-Maia foi o primeiro geneticista humano e também o primeiro geneticista médico do Brasil.

Ainda no âmbito da história da genética no Brasil, Ferrari (1999b) mostrou um trabalho que pretendeu contribuir com o conhecimento da história da ciência brasileira, focalizando a genética humana e os fatores que levaram ao seu desenvolvimento no país. A genética humana como pesquisa surgiu na década de 50 e vários geneticistas brasileiros voltaram-se para a área. A posição de liderança na América Latina, que a genética humana brasileira atingiu na década de 70, deveu-se à incansável dedicação dos pesquisadores e à criação da Sociedade Brasileira de Genética (SBG).

Ainda no 45<sup>o</sup> Congresso, em 1999, Sepel e Loreto (1999) colocaram que os produtos e as aplicações da biotecnologia refletem a incerteza e a insegurança do cidadão sobre o que são e como são desenvolvidos tais produtos. Assim, os autores desenvolveram um programa de contextualização de temas de genética e biologia molecular, que atendeu 58 professores de Biologia do Ensino Médio em diferentes regiões do Rio Grande do Sul. Constataram que a falta de atualização é a principal causa para a dificuldade enfrentada pelos professores em tratar dos temas de

biotecnologia. Para os pesquisadores o programa dos cursos de atualização inclui apresentação e discussão de metodologias alternativas para o ensino, dando destaque para o uso de modelos e a realização de experimentos que possam ser executados em sala de aula.

Por fim, o último trabalho, no ano de 1999, abordou a opinião sobre alimentos transgênicos. Tajara et al. (1999) aplicaram um questionário de 25 questões com 251 participantes presentes no debate realizado sobre alimentos transgênicos, além de 71 universitários de Biologia e Agronomia, que não estavam presentes. O resultado da pesquisa mostrou que a maioria das pessoas acredita que o consumo desses alimentos pode trazer riscos à saúde humana. Os autores argumentam que, por a pesquisa ter atingido um público selecionado, com áreas de interesse específicas, fornece dados interessantes sobre uma parcela da população que tem condições de disseminar conhecimentos.

No 46<sup>o</sup> Congresso Nacional de Genética, realizado em 2000, foram identificados 13 trabalhos na área de ensino de genética: cinco envolveram a elaboração de modelos didáticos, quatro averiguaram conceitos em temas da área, dois propuseram metodologias de ensino, um avaliou a prática do ensino e o último trabalhou com a questão do vestibular.

Carvalho, Pinto e Golombieski (2000) desenvolveram um *website*, que tem por objetivo disponibilizar informações técnicas e serviços relacionados à biotecnologia. Para os autores, esse programa pretende atingir a população leiga, através de textos didáticos, explicando temas relacionados à genética, biologia molecular, fisiologia, bioética, biossegurança, entre outros, procurando desmitificar colocações equivocadas. Os pesquisadores colocam à disposição seu trabalho no *site* [www.ufsm.br/operon](http://www.ufsm.br/operon).

Cândido et al. (2000) analisaram os resultados obtidos com a aplicação do jogo educacional Evoluindo-Genética. Analisando a avaliação realizada a partir do depoimento de professores, os autores verificaram que os objetivos propostos pelo jogo foram alcançados. Os parâmetros analisados foram: adequação do jogo à

realidade escolar; motivação; assimilação dos conteúdos apresentados no jogo; e incentivo à pesquisa. Os pesquisadores demonstraram que 92,9% dos professores consideraram o jogo de fácil manuseio e, em relação ao conteúdo, o mesmo percentual declarou que ele facilita a explicação dos temas. Todos os professores viram no jogo um instrumento de integração, uma metodologia alternativa e uma recreação saudável. Para os autores, esse jogo, sendo utilizado como material suporte, motiva os alunos a buscar o saber.

Ainda sobre propostas de modelos didáticos, Gondro e Magalhães (2000) elaboraram um programa educativo chamado Sigex, que simula populações de organismos diplóides. O programa foi utilizado para simular experimentos envolvendo genótipos, e os resultados foram interpretados em termos de deriva genética e seleção natural. O programa calcula os valores das frequências alélicas em cada geração, o desvio padrão dessas frequências, a variação entre gerações e os valores adaptativos dos genótipos em todas as situações. Para os pesquisadores, os dados das simulações estão de acordo com a expectativa teórica, confirmando que o programa Sigex é adequado para estudos de genética de populações.

Carvalho et al. (2000) desenvolveram uma ferramenta de informatização do ensino de genética, com o objetivo de facilitar a compreensão das bases teóricas e dos processos envolvidos nos estudos de ligação em humanos. Essa ferramenta foi dividida em três módulos: herança autossômica dominante com penetrância incompleta; herança recessiva ligada ao cromossomo X; e ligação sob condições de heterogeneidade de locus. A atividade pressupõe que o aluno: identifique o mecanismo de herança; estabeleça a fase de ligação; construa mapas de recombinação e identifique os indivíduos recombinantes; ordene os loci de uma região em relação uns aos outros; calcule frações de recombinação e/ou *Lod scores* e interprete resultados; e estabeleça diagnóstico indireto. Para os autores, o aluno trabalha os conceitos de meiose, bases cromossômicas da herança, segregação independente, recombinação, grupos de ligação, sintenia e interferência.

Brandão e Acedo (2000) trabalharam a regulação da atividade gênica construindo um modelo simples, interativo e de fácil compreensão para o ensino desse

tema. O *kit* é acompanhado de um roteiro com linguagem simples, que auxilia o estudante nas diferentes etapas da regulação em bactérias e da produção das enzimas para utilização da lactose como fonte de energia. Para os autores, o objetivo foi facilitar a compreensão e o aprendizado desse processo complexo estimulando a curiosidade e a participação efetiva dos alunos.

Ao pesquisarem sobre os conceitos dos temas de genética, Justina, Rosa e Ferrari (2000) partiram da hipótese de que a teoria mendeliana constitui uma ruptura com as teorias vigentes na época. Investigaram se as concepções sobre a hereditariedade constituíram-se em obstáculos epistemológicos à aceitação da teoria mendeliana. Através de análise documental, as autoras concluíram que a teoria de Mendel representou, na Biologia, uma ruptura com outras teorias existentes, em épocas anteriores.

Macedo e Rosa (2000a) trabalharam com a problematização de temas ligados à genética e reprodução, em ambiente extra-classe, com alunos do Ensino Médio de uma escola pública e de uma escola particular, com o intuito de conhecer os conceitos e reflexões dos estudantes. A proposta envolveu a apresentação de um vídeo e posteriormente uma entrevista com o grupo de alunos, abordando os temas propostos. A análise das entrevistas mostrou que os alunos da escola pública estavam mais interessados em aprender conceitos novos, revelando-se conscientes da importância que os conteúdos didáticos têm para a vida cotidiana. Já os alunos da escola particular estavam apenas interessados em aprender os conteúdos previstos para o vestibular.

Souza e Leyser da Rosa (2000) verificaram a abrangência dos conhecimentos sobre genética numa amostra de 64 estudantes do curso de graduação em Biologia, utilizando um questionário com 54 questões objetivas e uma dissertativa. Os pesquisadores destacaram, como itens com maior número de acertos, os relativos à estrutura e função do DNA e probabilidade, enquanto que o menor percentual de acerto envolveu engenharia genética e aconselhamento genético. O trabalho aponta para a necessidade de se redimensionar, no nível médio, o ensino de genética em geral, e o de genética humana em especial para conscientizar os jovens cidadãos das

múltiplas implicações dos conhecimentos científicos nas suas vidas pessoais e na sociedade.

Moreira et al. (2000) aplicaram questionários abordando o grau de conhecimento em temas gerais de genética humana e os posicionamentos sobre técnicas de engenharia genética e de aborto seletivo, em amostra da população em geral de Salvador-BA, caracterizada em função da instrução e crença religiosa. Para os autores, os resultados obtidos evidenciaram a legitimidade e importância dessa discussão entre a população geral, tendo em vista a construção de um posicionamento crítico a respeito da genética e das questões éticas a ela vinculada.

Leyser da Rosa e El-Hani (2000) questionaram se os estudantes de Biologia foram preparados em sua formação profissional para enfrentar os dilemas éticos, profissionais e econômicos do final do século XX. Para os autores, é necessário uma formação mais sólida em áreas que não são geralmente contempladas pelos currículos dos cursos de Biologia: a ética e a história e filosofia das ciências. Assim, apresentaram-se duas propostas de ensino visando o ensino de ética e de história e filosofia das ciências para alunos de Biologia, dando-se especial ênfase aos aspectos relacionados à genética e à biologia molecular. Contudo, os pesquisadores não relataram essas propostas.

Ainda em relação à pesquisa sobre o ensino, Ometto-Nascimento et al. (2000) apresentaram um trabalho com o objetivo de analisar possíveis alterações ocorridas no ensino da genética nas últimas três décadas, e também de analisar a forma pela qual professores e alunos encontram-se face aos novos conhecimentos relativos à engenharia genética e à biologia molecular. Assim, os autores realizaram um levantamento dos livros didáticos disponíveis no mercado e de livros mais antigos, confrontando informações sobre os assuntos. Como resultado, relataram que 15% dos conteúdos são dedicados ao ensino de genética e, com relação à engenharia genética e à biologia molecular, os livros didáticos passaram a abordar esses assuntos apenas a partir de 1980. Para os autores, os resultados sugerem que, apesar do aumento do conhecimento na área da genética, principalmente com adventos na engenharia genética e na biologia molecular, os conteúdos que fazem parte dos livros didáticos,

nas três últimas décadas, permanecem inalterados, tendo ocorrido apenas um maior investimento em recursos visuais e a inclusão de exercícios de exames vestibulares.

Sobre o vestibular, Malcher, Pinheiro e Nascimento (2000) verificaram a equivalência didático pedagógica entre os capítulos dedicados à genética presentes nos livros didáticos de Biologia do Ensino Médio, com o atual conteúdo programático do concurso vestibular da Universidade Federal do Pará. Os autores listam seis livros com equivalência didático pedagógica com o vestibular e descrevem que esse estudo deverá servir de parâmetro a professores, alunos e administradores do Ensino Médio, quanto ao aproveitamento do ensino de genética presente na disciplina de Biologia, a partir dos livros didáticos mais utilizados.

Por fim, Maestrelli (2000) apresenta um trabalho sobre a disciplina de genética e a prática dos profissionais de saúde, com o objetivo de verificar em que medida essa disciplina está efetivamente contribuindo para a prática do profissional médico. A pesquisadora aplicou 37 questionários e, como resultado, obteve que a grande maioria dos entrevistados acredita que as doenças genéticas são extremamente raras, e que portanto, dificilmente precisaria utilizar conhecimentos dessa ciência no atendimento a seus clientes. Para esses profissionais, as doenças mais comuns seriam: síndrome de Down, síndrome de Turner, anemia falciforme, hemofilia, diabetes, fissuras lábio-palatinas, fibrose cística, doença de Wilson, hipertermia maligna, rins policísticos e síndrome de Marfan. Segundo a autora, essas observações mostram o descompasso entre a formação do profissional médico e a relevância dos conhecimentos de genética para o exercício da medicina e remetem à necessidade de redimensionar o ensino de genética humana nos cursos de graduação da área da saúde.

No 47<sup>o</sup> Congresso da SBG, em 2001, foram encontrados 17 trabalhos ligados ao ensino de genética. As pesquisas que enfocavam o ensino em si, totalizaram oito resumos. Scheid e Pansera-de-Araújo (2001) verificaram como os tópicos de engenharia genética afetam a escola, especialmente as estratégias em Biologia envolvidas na tarefa de ensinar os conteúdos referentes às novas abordagens em genética, como o DNA recombinante, clonagem, transgenia, entre outros. Seu trabalho envolveu 17 universitários, com os quais foram realizadas entrevistas semi-

estruturadas de forma coletiva, individual oral e aplicado questionário escrito. Os resultados revelaram insegurança quanto ao domínio dos conceitos básicos e que a bibliografia era insuficiente e restrita a revistas e livros didáticos, com pouca fundamentação e discussão ética. Para as pesquisadoras, esse quadro sugere uma posição acrítica frente às informações genéticas e éticas que estão sendo cada vez mais veiculadas fora do meio acadêmico. Concluiu-se que é preciso desmistificar a genética e aproximá-la do cotidiano das pessoas, para subsidiar os cidadãos nas decisões necessárias à sua vida prática.

Camargo e Amabis (2001) avaliaram a concepção do professor sobre biologia molecular e aspectos filosóficos da ciência. Para isso, utilizaram um questionário de três seções com 20 perguntas cada, aplicado a 37 professores. Como resultado, os autores colocam que, quanto ao conteúdo, as dificuldades são em relação ao processamento do RNA e replicação do DNA; já o conceito de cromossomo foi bem compreendido. Segundo os pesquisadores, os assuntos de maior interesse estão ligados a temas veiculados pela mídia, como seqüenciamento de DNA, genoma, transgênicos, etc. Para os entrevistados, um curso de ciências deve se preocupar principalmente com a compreensão do mundo aliada à resolução de problemas práticos.

Inocêncio et al. (2001) trabalharam com estratégias de ensino para melhorar a qualidade do sistema educacional, participando de reestruturação com projetos que proporcionam o aprimoramento e atualização dos conhecimentos de professores do Ensino Fundamental e Médio. Sobre o tema “Doenças Hereditárias e Não Hereditárias”, aplicaram um questionário para avaliar o nível de conhecimento de alunos da 7ª série do Ensino Fundamental e suas principais dúvidas. Após a análise do questionário inicial, foi observado que grande parte dos estudantes não tem consolidados conceitos básicos de genética, o que não permite diferenciar características herdadas das adquiridas. Para Inocêncio et al. (2001), a discussão inicial do projeto mostrou que os alunos possuem interesse pela investigação científica, justificando a continuidade do trabalho.

Nunes et al. (2001) desenvolveram atividades teórico-pedagógicas, acessíveis à sala de aula, para trabalhar o tema Genoma. Segundo eles, as atividades preliminares obtiveram êxito, uma vez que desencadearam uma série de dúvidas, que passaram a nortear as atividades e estão depositadas num banco de perguntas. Os pesquisadores acreditam que esse trabalho tem caráter científico e multiplicador, uma vez que seus resultados são constantemente avaliados, na tentativa de se chegar num modelo eficiente de ensino de genética e genoma, a ser disseminado dentro das escolas e em toda a rede de ensino.

Picanço et al. (2001) realizaram uma experiência com o estudo dos transgênicos no Ensino Médio, que possibilitou aos professores e seus alunos o aprendizado e desenvolvimento da metodologia científica. Participaram do estudo sete professores e 70 alunos, com os objetivos de esclarecer diversos conceitos, atualizar técnicas básicas de biologia celular e molecular e permitir o acesso aos estudantes do Ensino Médio e Fundamental desse tema amplamente abordado pela mídia. Segundo os autores, para a concretização do projeto está previsto a elaboração de uma monografia que ficará disponível no site <http://bit.fmrp.usp.br/paginas/ctc/education/ensinoctc.asp>.

Turcinelli et al. (2001) realizaram uma pesquisa com o objetivo de analisar como as informações relativas à engenharia genética e à biologia molecular têm sido veiculadas na mídia, qual a importância desses temas e como a sociedade assimila esses assuntos, tendo como fonte de pesquisa um jornal diário e uma revista semanal. Os artigos foram categorizados em: doenças, remédios, vacinas e terapia gênica; clonagem, alimentos transgênicos, animais e vegetais transgênicos; projeto genoma; e debates sobre política, legislação e ética na ciência. Os autores verificaram que as informações relativas à engenharia genética e à biologia molecular apresentaram um aumento no número de manchetes entre 1994 e 2000, e ainda, que houve um crescimento no número de artigos publicados em diferentes cadernos, o que mostra o interesse da sociedade em vários setores. Quanto à autoria, o número de pesquisadores se sobrepõe ao número de jornalistas. De acordo com Turcinelli et al. (2001) esses dados mostram que há uma crescente preocupação da mídia e da academia em abordar

o conhecimento científico de maneira acessível e precisa, uma vez que os próprios pesquisadores apresentam-se como redatores.

Porciuncula, Norato e Marques-de-Faria (2001) apresentaram uma pesquisa que teve o propósito de analisar a relação do ensino da genética nos cursos de medicina com os avanços na área bem como com as novas Diretrizes Curriculares Nacionais dos cursos de graduação em medicina. O estudo pretendeu apresentar uma proposta que servisse de subsídio para a elaboração dos currículos de graduação, e ainda, organizasse um cadastro de professores de genética dos cursos médicos. Para isso, utilizaram um formulário padrão para obterem-se dados relativos a instituições, programas e docentes da área de genética. Esse formulário foi enviado a 92 escolas médicas. Como análise inicial, Porciuncula, Norato e Marques-de-Faria (2001) descrevem que a maior parte das instituições têm um corpo docente bem qualificado quanto à titulação, e que, no ensino de genética, é bastante significativa a variabilidade dos temas. Segundo os pesquisadores, seria importante ampliar os dados e contatos com as instituições, articulando as propostas de Diretrizes Curriculares com as de conteúdos mínimos de genética necessários para a atuação do médico com formação geral.

O último trabalho na área de ensino foi o de Ometto-Nascimento et al. (2001), no qual os autores analisaram livros didáticos observando a evolução deles em relação ao tema genética. Os pesquisadores concluíram que, apesar do aumento do conhecimento na área da genética, principalmente com o advento da engenharia genética e da biologia molecular, os conteúdos que fazem parte dos livros didáticos, nas três últimas décadas, permaneceram inalterados, tendo ocorrido apenas um maior investimento em recursos visuais e a inclusão de exercícios de exames vestibulares.

Os modelos didáticos também se fizeram presentes na 47<sup>a</sup> edição do congresso em 2001. Cardoso, Costa e Lomônaco (2001) propuseram um modelo, que apresentou a dinâmica da utilização de um jogo didático-pedagógico à sala de aula e facilitar a compreensão dos mecanismos de ação da deriva genética e suas conseqüências evolutivas. O jogo simula três eventos: o efeito do gargalo, o efeito do fundador e a combinação aleatória dos gametas presentes na população. Para os

pesquisadores, o jogo didático-pedagógico apresentado estimula a curiosidade, o interesse e a participação dos alunos na aula, o que poderá facilitar a compreensão do conteúdo.

Silveira e Oliveira (2001) desenvolveram uma atividade que utiliza um tema amplamente apresentado pelos meios de comunicação – que é o teste de identificação por análise de DNA – para motivar os alunos do Ensino Médio em tópicos de genética e biologia molecular, bem como enfatizar um conceito fundamental da hereditariedade. A atividade consistiu em uma análise de um padrão de fragmentos de DNA de uma família hipotética. Os autores aplicaram um questionário de avaliação em 166 participantes, e 99% deles consideraram que entenderam os conteúdos apresentados. A análise dos questionários revelou que a atividade proposta cumpriu seus objetivos, e que sua aplicação não pode ser transposta diretamente para a sala de aula por não ser auto-suficiente. Para os autores, o ideal seria a apropriação da idéia apresentada na atividade pelo professor, que a adaptaria à realidade de seus alunos, abordando a partir daí os tópicos que julgasse mais adequados.

Araújo et al. (2001) trabalharam com aplicações de mapas conceituais em genética para verificar a validade desse recurso no aperfeiçoamento da metodologia de ensino da genética humana na universidade. A pesquisa consistiu na leitura de artigos científicos e socialização do conhecimento com discussão de temas de genética clássica e molecular a partir da elaboração dos mapas conceituais. Para atribuição das notas, os autores utilizaram como critério: apresentação e originalidade; seleção e pertinência de conceitos; e hierarquia e relações entre os conceitos. Comparando os resultados, os pesquisadores verificaram um aumento da motivação e da participação dos alunos, além de uma análise satisfatória dos trabalhos, dispensando a complementação do professor para o entendimento dos textos.

Outro modelo que auxilia no ensino de temas de genética, foi o apresentado por Almeida et al. (2001), que demonstraram o processo que ocorre no mecanismo de reparo por fotorreativação enzimática, construindo um *kit* para representar uma fita dupla de DNA, a enzima fotoliase e a luz UV. Os resultados da aplicação desse

modelo foram satisfatórios, segundo os autores, porque facilitou a compreensão e o aprendizado, estimulando a curiosidade e a participação efetiva dos alunos do Ensino Médio.

Os trabalhos sobre conceitos em genética foram apresentados por Picinini-Teixeira e Nascimento (2001), que analisaram se há concepções de senso comum no conjunto de princípios evolutivos que os futuros professores do Ensino Fundamental apresentam e se esses refletem o ranço das idéias darwinistas sociais existentes na consciência dos educadores. Para esse estudo, os autores aplicaram um questionário com questões abertas em 55 alunos universitários, abordando os seguintes itens: a influência do tempo nos processos evolutivos; o significado da palavra evolução; o conceito de evolução biológica; o conceito de extinção; e a origem do ser humano. Com os dados obtidos, concluíram que os futuros professores não estão totalmente preparados para transmitir, de maneira segura e sem preconceitos, os conhecimentos evolutivos. Para isso, faz-se necessário uma formação científica mais eficiente, visando levar o conhecimento científico às crianças, para que estas possam melhorar sua situação socioeconômica, tornando-se cidadãos participantes de uma sociedade democrática, em que a tomada de decisões seja fundamental para o seu futuro.

A outra pesquisa apresentada relatou a relação entre DNA, cromossomos e genes. Marrero e Maestrelli (2001) investigaram as concepções sobre esses termos entre alunos de fases iniciais da área da saúde. Realizaram um teste sondagem dividido em quatro partes: traçar o perfil do aluno; solicitar o conceito de 30 termos em genética, sendo três selecionados (DNA, cromossomo e genes); aplicar duas perguntas diretas sobre divisão celular; e relacionar os três conceitos selecionados. Como resultado, os autores descreveram que 85% dos alunos apresentaram o conceito de DNA corretamente, e que 35% dos alunos conseguiram conceituar e relacionar os termos DNA, cromossomo e genes. Os autores salientaram que o trabalho aponta a necessidade de se estar atento às possíveis falhas de aprendizagem dos alunos, no que se refere à conceituação e utilização de termos abstratos, amplamente conhecidos na genética.

Mora et al. (2001) quiseram demonstrar que não há nenhum fundamento genético/biológico que justifique qualquer tipo de discriminação social. A metodologia consistiu em: observar e anotar atitudes e comportamentos espontâneos dos alunos que denotassem alguma forma de preconceito racial; propor perguntas nas quais se pudesse avaliar a idéia que eles têm a respeito da relação entre diferenças biológicas e diferenças sociais; utilizar a anemia falciforme como modelo para discutir os conteúdos básicos de genética de populações e evolução. Os resultados preliminares evidenciaram, segundo os autores, atitudes preconceituosas e um total desconhecimento de que a diversidade biológica entre os grupos étnicos não justifica a discriminação social. Esses resultados já demonstram a importância dessa discussão nas escolas, pois ela possibilita uma melhor compreensão das relações entre formação dos grupos étnicos e preconceito racial.

Ferrari, Leite e Delizoicov (2001) pesquisaram a partir das categorias *estilo de pensamento* e *coletivos de pensamento* propostas por Fleck, estabelecendo relações entre a produção científica de Mendel e o contexto social, histórico e econômico de sua época. Nessa perspectiva, os autores consideraram que Mendel conviveu com coletivos de pensamento diferentes e que seu trabalho é fruto das relações com esses grupos e do contexto da época. Para os pesquisadores, Mendel lançou as bases para um novo estilo de pensamento, e concluíram que a participação de Mendel em diversos coletivos de pensamento e seu trânsito por vários estilos de pensamento contribuiu para que ele encarasse o problema da hereditariedade sob uma nova perspectiva.

O último trabalho exibido no 47<sup>o</sup> CNG foi o de Sepel e Loreto (2001), que apresentaram cursos de atualização, além dos objetivos de revisão de conceitos básicos e apresentação das novas técnicas e descobertas da área de genética e biologia molecular, para atender às necessidades específicas do professor do Ensino Médio. Os autores colocaram que o programa teria uma terceira edição dedicada a propostas de atividades e exercícios alternativos que possam ser desenvolvidos em sala de aula e sirvam como incentivo e reforço ao estudo dos conteúdos de genética e citologia.

Em 2002, foi realizada a 48<sup>a</sup> edição do Congresso Nacional de Genética (48<sup>o</sup> CNG), que incluiu 18 trabalhos apresentados na área de ensino de genética.

Desses, quatro investigaram conceitos relacionados à genética, cinco propuseram modelos didáticos que incorporassem o ensino da área, dois analisaram provas de vestibulares que continham questões de genética e sete avaliaram o ensino e o modo como este vem sendo realizado.

Em relação aos conceitos, Santos et al. (2002) objetivaram examinar o significado do conceito de gene no ensino de graduação de Ciências Biológicas, da UFMG. Para tal pesquisa, os autores aplicaram um questionário a 31 alunos antes de cursarem a disciplina de genética. Segundo aqueles, a história do conceito de gene pode ser dividida em três fases: clássica, neoclássica e moderna. De acordo com a pesquisa, os estudantes ainda mantêm um conceito situado na fase neoclássica, em que o gene é identificado como uma seqüência específica de nucleotídeos de DNA para síntese de uma proteína. Os alunos não consideraram a possibilidade de um processamento alternativo que leva à tradução de mais de uma proteína. Para os pesquisadores, os resultados evidenciam uma defasagem no processo de ensino-aprendizagem do conceito de gene durante o Ensino Médio, mostrando discrepância entre o que é ensinado em sala de aula e o que já foi descrito pelas pesquisas científicas sobre o gene.

Silveira e Amabis (2002) investigaram se 186 alunos sabiam que os seres vivos possuem células. Aos alunos foi solicitado identificar, em uma lista de 15 itens, quais eram acelulares, quais possuíam uma única célula e quais possuíam muitas células. Como resultado, 90% dos alunos responderam corretamente e, no geral, os estudantes conseguiram diferenciar seres vivos de minerais pela presença ou ausência de célula. Os autores relataram que o trabalho faz parte de um projeto que pretende identificar possíveis problemas conceituais, que impedem o estabelecimento de relações significativas entre os conceitos e processos básicos de genética.

A opinião de alunos universitários sobre alimentos transgênicos foi investigada por Infante-Malachias, Camargo e Amabis (2002), com o objetivo de detectar os possíveis elementos envolvidos na construção de tais concepções. Para analisar as opiniões, os autores utilizaram um questionário aplicado a 191 alunos. A pesquisa mostrou que 38% se mostraram favoráveis ao consumo de alimentos

transgênicos e 32% se declararam contra os transgênicos. Segundo os autores, foi verificada a existência de argumentações que indicaram uma visão tradicional da ciência, com visões antropocêntricas e cientificistas. Para eles, portanto, a escola e a universidade precisam colaborar na formação de cidadãos cientificamente informados, promovendo uma educação científica que não apenas aumente os conhecimentos tecnológicos dos alunos, mas que estimule a reflexão e o pensamento crítico.

Camargo et al. (2002) investigaram as concepções de 21 professores do Ensino Médio sobre meiose, utilizando seis maneiras diferentes: livre associação de palavras ao conceito meiose; avaliação do professor sobre o conhecimento de alguns tópicos relacionados a esse tema; preenchimento de um esquema relacionando segregação de alelos com a de cromossomos; associação dos nomes das fases a algumas figuras da mitose; representação por desenhos dos cromossomos em algumas fases da meiose; e interpretação por massa de modelar do processo de divisão meiótica. Assim, o objetivo do trabalho foi o de detectar as principais dificuldades do professor com relação à compreensão da genética e da biologia molecular. Como resultado, os autores descrevem que 90% dos professores têm conhecimento razoável sobre meiose e que 14% acertaram todas as perguntas.

Sobre a utilização de modelos, Picinini-Teixeira, Tostes e Gomes (2002) propuseram um trabalho que estimulasse a participação, a curiosidade e a melhor compreensão, por parte do aluno, no processo de transmissão das características hereditárias dos genitores para a prole. Assim, desenvolveram um modelo, que foi aplicado a uma turma de 20 professores da rede pública num curso de capacitação. Utilizando materiais de baixo custo e fácil aquisição, como cartolina, caneta hidrocor, tesoura e velcro, foi elaborado um modelo simples, interativo e de fácil compreensão para o ensino das bases genéticas da hereditariedade. O *kit* simulava características fenotípicas dos indivíduos e ainda um conjunto de problemas envolvendo os modos de herança autossômica dominante e recessiva. Para os pesquisadores, a atividade apresentou duas características importantes: o envolvimento ativo do aprendiz na construção do seu conhecimento e a elaboração de conceitos a partir da análise do

modelo. Segundo os autores, os professores avaliaram positivamente o instrumento pedagógico, levando-os a redimensionarem a utilização do livro didático.

Outro modelo pedagógico apresentado foi o de Alves e Santini (2002), que criaram modelos de drosófilas feitas de bóias cilíndricas e bolinhas de isopor, que possibilitaram a montagem dos modelos que representavam os diferentes cruzamentos propostos. A atividade foi aplicada em uma escola particular, com o objetivo de colocar os alunos diante de situações dinâmicas envolvendo problemas reais. Como resultado, os autores descreveram que os alunos participaram ativamente das atividades e se mostraram interessados pelo assunto e pelo método de problema utilizado.

França e Paula (2002) simularam o surgimento de novas espécies em sala de aula a partir de um jogo composto por isopor, palitos, penas e materiais plásticos diversos. Dividindo a classe em oito grupos, a proposta foi reconstruir o fenótipo da ave selecionada adaptativamente em cada ambiente proposto. Não foram relatados os resultados preliminares do trabalho.

Rosa e Orlandi (2002) desenvolveram um trabalho com o objetivo de descrever as etapas de elaboração de um material educacional para as famílias de indivíduos afetados por fibrose cística. A elaboração do material seguiu as etapas: organização de uma listagem inicial de conteúdos; realização de entrevistas semi-estruturadas com pais de pacientes; consulta a profissionais de saúde; e redação da versão preliminar do material. Para os autores, o material educativo poderá ser mais um elemento que contribuirá para a melhoria da qualidade de vida dos indivíduos afetados e de suas famílias.

O último trabalho apresentado foi o de Maestrelli, Rosa e Ferrari (2002), que têm o propósito de contribuir para a formação dos profissionais da área da saúde, produzindo folhetos explicativos sobre algumas doenças genéticas de herança mendeliana. O trabalho foi realizado com alunos de graduação em Medicina, Enfermagem, Odontologia, Pedagogia e Nutrição de uma universidade federal. Alguns dos principais temas abordados foram: fibrose cística, fenilcetonúria, anemia

falciforme, hemofilia, doença celíaca, neurofibromatose, síndrome do X-frágil e distrofia muscular de Duchenne. Durante a avaliação da atividade, as autoras buscaram enfatizar a necessidade de que esses materiais contemplem tanto a correção técnica quanto a adequação da linguagem dos futuros profissionais na comunidade.

Com relação aos estudos sobre ensino, o 48<sup>o</sup> Congresso apresentou sete trabalhos. Wuo (2002) analisou as dificuldades e o envolvimento de alunos do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas na leitura de artigos de periódicos científicos, com as finalidades de desenvolver e construir uma rede de conhecimentos críticos e significativos e de envolver os estudantes na rede de saber científico na área de genética. Para isso, o autor pesquisou, através de questionários com questões abertas e fechadas, 187 alunos, observando um interesse na busca de informações científicas adicionais para a compreensão do tema assim como o desenvolvimento da autocrítica. Como resultado final, Wuo (2002) sugere que existe a necessidade da atuação do professor-orientador e a utilização de estratégias de ensino que promovam a formação científica acadêmica.

Gomes, Tostes e Picinini-Teixeira (2002) realizaram uma pesquisa de observação de um professor de uma escola pública em situações do processo ensino-aprendizagem, com os objetivos de compreender a complexidade da sala de aula, promover a integração entre a pesquisa e o ensino no espaço escolar, diminuir o distanciamento entre pesquisa em ensino de Biologia e construir uma identidade no campo de atuação profissional. Com registros em diários de campo, os autores descreveram que havia um bom relacionamento entre professor-aluno, e que a prática pedagógica do professor reflete o modelo de ensino tradicional, utilizando questionários, cópias e pesquisas feitas pelos alunos, sem contextualizar o conteúdo abordado. Os temas selecionados pelos pesquisadores foram herança monoíbrida e diíbrida e a realização de cruzamentos. Durante a regência das aulas, apareceram algumas dificuldades: falta de entendimento dos alunos em assuntos já abordados pelo professor; desinteresse dos estudantes quanto à matéria ministrada; e a proposta pedagógica do professor era calcada na transmissão-recepção. Após ser realizada uma

auto-avaliação das atividades, os autores descreveram que, posteriormente, favoreceram a reflexão à prática da sala de aula e à formação inicial do professor.

Vidotto et al. (2002) analisaram livros didáticos com o objetivo de observar como a pesquisa científica desenvolvida em genética é abordada. Os pesquisadores concluíram que os livros didáticos verificados: são um dos componentes essenciais na intermediação entre a pesquisa e o ensino; omitem as referências bibliográficas e históricas; possuem erros conceituais; e excluem legendas e escalas. A partir disso, os autores sugeriram uma revisão dos conteúdos ministrados no Ensino Médio e Fundamental, a fim de otimizar a conversão do saber científico da área da genética em conteúdo de ensino.

Nunes et al. (2002) desenvolveram atividades com o intuito de complementar o conteúdo de Biologia, promovendo encontros com alunos e realizando discussões que envolviam questões do cotidiano. Os autores aplicaram um questionário em três situações distintas que abordaram os temas: “O que você entende por DNA?”, “Por que as células se dividem?”, “Com que finalidade o DNA se empacota?” e “Qual a relação da meiose com a sexualidade?”. Os resultados indicaram uma evolução na aprendizagem e fixação de novos conteúdos, com respostas espontâneas, desvinculadas de conceitos pré-determinados em livros didáticos. Os autores descreveram que o assunto despertou interesse e que o tema genoma constituiu-se em uma abordagem capaz de motivar os alunos a ponto de desenvolver interesse pelo conhecimento.

Ribas, Sarmiento e Rodriguez (2002) trabalharam os conteúdos de genética com o objetivo de detectar as principais dificuldades dos alunos e professores sobre conceitos e opiniões referentes à genética. Aplicaram a pesquisa em alunos e professores de primeiro e segundo ano do Ensino Médio, utilizando oito temas: testes de DNA, projeto Genoma Humano, AIDS, DSTs, genética e dependência química, leis de Mendel, plantas transgênicas e clonagem. Os pesquisadores ressaltaram que os professores consideraram indispensável o ensino de genética no Ensino Médio para ser utilizado no cotidiano do aluno e que os estudantes apresentaram um grande interesse

pelos temas citados. Para os autores, a pesquisa preliminar ressaltou a importância dos assuntos abordados a continuidade do trabalho em outras escolas de Ensino Médio.

Scheid e Pansera-de-Araújo (2002a) trabalharam com a opinião de graduandas em Ciências Biológicas sobre a transformação do genoma das plantas para criar um alimento melhorado para consumo humano. Foram entrevistadas 17 alunas de forma coletiva, individual oral e individual escrita, com questões semi-estruturadas. Para as autoras, as estudantes admitiram procedimentos diferentes em relação às tecnologias genéticas: um restrito a seres humanos e outro relacionado a seres não-humanos. Essa constatação, para as pesquisadoras, sugere novas questões sobre o estudo dos seres humanos, no que se refere à identificação do seu genoma e da sua constituição, e ainda, que a abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade seja priorizada em aula, dando enfoque aos temas sociais que envolvem conhecimentos e tecnologias de genética de forma multidisciplinar.

Moreira et al. (2002) desenvolveram uma atividade curricular em parceria com grupos comunitários, articulando ensino, pesquisa e sociedade. O objetivo do trabalho foi elaborar uma nova proposta didática para o ensino da genética humana, proporcionando uma reflexão sobre as interações entre genética, ambiente e sociedade e distúrbios genéticos como fatores de exclusão social. A metodologia da pesquisa incluiu elaboração de projeto pelos estudantes envolvidos, formação de grupos de trabalhos e a proposta de trabalho da entidade, além de estudo de casos para o reconhecimento das deficiências e dos fatores etiológicos associados. Para os autores, os alunos aprenderam a interagir com a comunidade e realizar estudo bibliográfico. Obtiveram total aprovação dos estudantes que, dentro do processo de avaliação, ainda realizaram uma campanha educativa e dois trabalhos científicos.

Os últimos dois trabalhos apresentados no Congresso de 2002 envolviam o vestibular. Cantiello e Trivelato (2002a) discutiram um diagnóstico sobre a aprendizagem dos alunos que concluíram o Ensino Médio, analisando questões objetivas que compuseram provas vestibulares aplicadas pela FUVEST, de 1996 a 2000, totalizando 100 questões de Biologia. As autoras identificaram as questões relacionadas ao conceito de herança biológica e seus respectivos índices de acerto.

Como resultado, as pesquisadoras apresentaram que as questões corresponderam 31% do total e tiveram um acerto médio de 24,3%. Segundo as autoras, as questões de genética são, de modo geral, mais difíceis que as do conjunto dos outros conteúdos e consideraram que a aprendizagem da genética no Ensino Médio está longe de ser satisfatória, mesmo quando comparada aos demais conteúdos de Biologia.

Já Nascimento e Rosa (2002) analisaram os conteúdos de genética incluídos em questões de vestibular da UFSC, nos anos de 1991 a 2001, que totalizaram 31 questões das 168 de Biologia. As autoras agruparam as questões em cinco categorias relacionadas com: a presença de alternativas, o conteúdo de genética abordado, a forma de enunciar a questão, a atualidade dos temas e a apresentação gráfica da questão. Em seus resultados preliminares, as pesquisadoras descreveram que esses foram obtidos sob o critério de verificação dos objetivos do vestibular, da Proposta Curricular de Santa Catarina e dos programas curriculares do Ensino Médio de uma escola pública e de uma escola privada. As autoras registraram que houve uma mudança quanto à forma de abordagem dos conteúdos e um ajuste aos questionamentos de temas da atualidade, e apontaram também para a necessidade de verificar se o conteúdo do vestibular vem influenciando a construção dos programas escolares das instituições selecionadas.

#### 4.2.1.4 O Panorama das Pesquisas sobre Ensino de Genética

O levantamento dos trabalhos realizados na área de ensino de genética somaram em torno de 100 pesquisas ao longo desses 15 anos. Se comparado com as outras áreas da Biologia, ainda é um número bastante pequeno, mas se percebeu com isso a atenção e a preocupação dispensada ao ensino da genética.

Os pesquisadores têm se preocupado em verificar e estudar como a genética está sendo levada para sala de aula e assim averiguar como alunos e professores entendem os mais variados temas. Um dos pontos interessantes identificados nesse levantamento foi a preocupação em sugerir modelos didáticos que auxiliassem a

compreensão de conceitos e o ensino em genética. Porém, apenas a elaboração de modelos e *kits* (como o das fitas de DNA) podem não resolver satisfatoriamente as dificuldades que tanto alunos como professores enfrentam no ensino de genética. Também é necessário questionar se realmente os alunos estão assimilando o conteúdo ou usando as aulas dinâmicas, com material instrucional mais atrativo, para apenas aproveitarem o lado lúdico das atividades.

Outro enfoque bastante encontrado foram as pesquisas sobre como professores e alunos entendem os conceitos básicos de genética. A grande maioria dos trabalhos mostrou que existem equívocos sobre definições básicas, como gene, cromossomo e DNA. Embora esses três termos estejam interligados, muitas vezes são vistos como elementos independentes, evidenciando que o assunto ainda não está claro. É importante conhecer como professores e alunos estão entendendo a genética, mas não basta apenas colocar que existem confusões entre as concepções. Seria necessário sugerir modificações para o ensino da genética.

São poucos, ainda, os autores que averiguaram a história da genética ao longo dos anos e como os conceitos de gene e cromossomo se modificaram e se atualizaram. Mendel denominava gene de *fatores*. Atualmente, gene é entendido como um segmento bioquímico que não age sozinho, envolvendo muitas reações químicas e moleculares, com informações presentes em vários cromossomos.

A genética atua em todos os momentos da vida do cidadão, desde a formação embrionária até as propagandas de *shampoo* e gasolina. É importante o indivíduo saber que um combustível não é feito da fita de DNA, mas então por que a mídia usa os termos da genética? Ora, quer somente chamar a atenção para os assuntos da moda: clone, transgênicos, teste de DNA. Será que todos esses assuntos estão sendo discutidos corretamente nas ruas, se mesmo no ambiente de sala de aula, muitas vezes, nem o professor está seguro de suas concepções sobre os temas?

Em consequência desses questionamentos e de todo o levantamento dos trabalhos realizados sobre o ensino de genética, e ainda as evidências do maior número

de questões no vestibular serem de genética, dá-se mais um reforço em se voltar a atenção para o tema.

**5 A GENÉTICA NO VESTIBULAR:  
A ANÁLISE DAS QUESTÕES DE GENÉTICA  
NO VESTIBULAR DA UFSC DE 1991 A 2001**

**5.1 AS PROVAS DE BIOLOGIA E AS QUESTÕES DE GENÉTICA**

Na análise do conteúdo das provas, em um primeiro momento, viu-se a necessidade de se organizar as questões por disciplina: botânica, embriologia, zoologia, fungos, fisiologia, paleontologia, genética, citologia, ecologia, histologia, saúde e geral. Desta maneira, foram totalizadas 36 questões da área de genética, incluídas as que tratavam de evolução.

Posteriormente, em uma nova avaliação geral das provas, foi necessário estipular um critério de classificação dessas questões, delimitando-as, portanto, de acordo com o roteiro de estudo da disciplina de Biologia fornecido no Manual do Candidato da Coperve. Os conteúdos da prova estão listados em nove tópicos gerais que abrangem grande parte da matéria. Todos esses itens foram distribuídos nas 168 questões de Biologia encontradas:

- a) Introdução à Biologia: trata de assuntos sobre as características dos seres vivos e o método científico;
- b) Citologia: abrange conteúdos sobre a composição química da célula, lipídeos, proteínas, água e sais minerais, ácidos nucleicos, carboidratos, entre outros e ainda em torno da organização celular, membrana, citoplasma e divisão celular;
- c) Tecidos: engloba os tipos de tecidos vegetais e animais;

- d) Reprodução e Desenvolvimento: aborda os temas sobre tipos de reprodução (sexuada e assexuada), reprodução humana, aparelhos reprodutivos, gametogênese e desenvolvimento embrionário;
- e) Genética: inclui temas gerais, fenótipo e genótipo, leis de Mendel, grupos sanguíneos, heranças relacionadas ao sexo e relações de dominância;
- f) Origem da vida e Evolução: traz as teorias e experiências sobre a origem da vida, teorias da evolução e as evidências da evolução;
- g) Seres Vivos: aborda temas relacionados aos vírus e aos reinos;
- h) Ecologia: abrange os conceitos básicos, ecossistemas, cadeia e teia alimentar, ciclos biogeoquímicos, relações entre os seres vivos, biosfera e regiões fitogeográficas brasileiras;
- i) Programas de Saúde: trata de assuntos sobre doenças não infecciosas que podem ser evitadas, drogas, seus tipos e efeitos, e doenças parasitárias.

Numa primeira análise geral sobre os conteúdos referentes à prova de Biologia, existem algumas falhas que devem ser apresentadas. Não estão inseridos itens ou subitens sobre o estudo da fisiologia, seja animal ou vegetal, nem sobre a embriologia animal no roteiro de estudos. Existem algumas questões relacionadas às características gerais dos seres vivos, contudo não há menção sobre esse conteúdo. O conteúdo sobre seres vivos, por se tratar de uma área tão abrangente, foi subdividido em: botânica, zoologia, embriologia, fisiologia e geral (quadro 4).

Nos tópicos referentes à genética e evolução, não foram encontrados levantamentos sobre anomalias ou alterações cromossômicas. Na parte de evolução, estão ausentes perguntas relativas às teorias e experiências sobre a origem da vida (anexo 3). Como esse tema geralmente está acoplado ao ensino de genética, as questões que o abordavam foram somadas às questões específicas de genética.

**Quadro 4:** Classificação das provas por área da Biologia e a quantidade de questões correspondentes

	2001	2000	1999	1998	1997	1996	1995	1994	1993	1992	1991	total	%	
Introdução à Biologia	-	-	-	1	-	1	-	-	-	1	-	3	1,78	
Citologia	2	3	3	-	2	1	3	1	2	2	3	22	13,10	
Tecidos	1	-	1	-	-	1	-	1	1	-	1	6	3,57	
Reprodução	-	-	1	1	1	1	3	1	-	1	1	10	5,95	
Genética	Genética	2	2	2	2	3	4	3	2	2	3	27	16,07	
	Evolução	1	1	-	1	-	1	1	1	2	-	9	5,36	
Seres Vivos	Geral	1	1 <sup>a</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1,19	
	Botânica	1	1+1 <sup>a</sup>	1	4	3	2	1	2	2	1	21	12,50	
	Zoologia	1	2	2	3	1	2	2	1	2	2	19	11,31	
	Fisiologia	2	-	-	3	4	1	1	1	-	1	-	13	7,74
	Embriologia	-	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	3	1,78
Ecologia	1	1	1	1	2	2	2	4	2	3	3	22	13,10	
Programa de Saúde	-	-	1	2	-	1	2	1	2	1	1	11	6,55	
Total de questões	12	12	12	18	18	18	18	15	15	15	15	168	100	

a: questão anulada

Pela Proposta Curricular de Santa Catarina, o conteúdo do terceiro ano do Ensino Médio refere-se à genética e evolução; por conseguinte, resolveu-se considerar *questões de genética* todas as questões da prova de Biologia que tratavam de ambos os assuntos (SANTA CATARINA, 1998). Assim, são aqui consideradas a soma das questões de genética e evolução.

De acordo com o quadro 4, é possível observar que as questões de genética são as que somaram o maior percentual (21,43%), seguidas por citologia e ecologia, com 13,10% cada uma, e botânica (12,50%). Embora todas as áreas de Biologia tenham igual importância, chama a atenção o destaque dado à genética. Uma hipótese para tal fato seria a intensa pesquisa realizada na área e a constante divulgação na mídia, fato esse que não se verifica nos outros ramos. Com isso, pode-se notar que há pelo menos duas questões de genética por prova anual do vestibular, apresentando um máximo de cinco questões no ano de 1996.

Mesmo com a redução no número total de questões na prova de Biologia (de 18 entre 1995 e 1998, para 12 desde 1999), no mínimo duas foram de genética e as demais foram distribuídas entre as outras áreas relacionados à Biologia.

Ao separar as questões de genética, primeiramente, verificou-se os dados relativos à forma como essas questões foram apresentadas aos candidatos, como a presença ou ausência de alternativas para o somatório da questão. Também pôde-se perceber que algumas poucas apresentavam ilustrações para interpretação do aluno. Presume-se que uma questão com várias alternativas, possivelmente corretas, requer maior atenção do aluno, pois assinalar como verdadeira apenas uma proposição que é errada pode pôr toda a questão a perder.

Em relação aos temas abordados de genética, alguns poucos foram relacionados à atualidade e às demais questões restringiram-se aos temas clássicos, com conteúdo específico segundo os livros didáticos e programas de sala de aula tradicionais. Sob esses aspectos, as questões de genética foram divididas quanto: à presença de alternativas, ao conteúdo de genética abordado, à forma de enunciar a questão, à atualidade dos temas e à apresentação gráfica da questão.

Nesse capítulo as questões de genética (anexo 4) oriundas das provas de Biologia foram analisadas e separadas conforme as categorias descritas a seguir, podendo uma questão estar agrupada em mais de uma categoria.

### **5.1.1 A Presença de Alternativas**

As questões com alternativas são aquelas em que, após o enunciado, são apresentadas proposições múltiplas que contêm no máximo sete alternativas identificadas por números (01/02/04/08/16/32/64). A resposta de cada questão é a soma dos números das proposições verdadeiras, que será sempre um número inteiro entre 00 e 99. Já as questões abertas são aquelas em que o enunciado apresenta uma

explicação/afirmação/problema, a partir do qual o vestibulando deve realizar cálculos. O resultado numérico desse problema, também compreendido entre 00 e 99, é a resposta da questão. Nesse caso não há alternativas com possíveis respostas.

**Quadro 5:** Distribuição das questões de genética relativa à presença ou ausência de alternativas

	Total de questões com alternativas	Total de questões abertas	Total de questões de genética
2001	3	-	3
2000	3	-	3
1999	1	1(06)*	2
1998	2	1(07)*	3
1997	3	-	3
1996	4	1(08)*	5
1995	4	-	4
1994	3	-	3
1993	4	-	4
1992	3	-	3
1991	2	1(08)*	3
Total	32	4	36
%	88,88	11,12	100

\* Número da questão na prova de Biologia.

Analisando o quadro 5 acima, é possível notar que questões com alternativas aparecem com maior frequência (88,88%). Pode-se apresentar três explicações para tal ocorrência: a presença de alternativas diminui a possibilidade do candidato acertar casualmente o resultado da questão, sendo necessário um mínimo de conhecimento sobre o assunto para indicar uma resposta, com as alternativas, é possível que fique mais fácil para o professor elaborador abordar um maior número de assuntos por questão; e, por fim, as questões abertas geralmente abordam um assunto específico, não sendo possível relacionar vários temas referentes, e assim exigem maior conhecimento do aluno sobre o assunto.

Para essa categoria ficar mais clara, segue um exemplo de questão com alternativas e outro do tipo aberta.

(UFSC – 2001, questão 05) A herança dos tipos sanguíneos do sistema ABO constitui um exemplo de alelos múltiplos (polialelia) na espécie humana. Com relação ao sistema ABO é CORRETO afirmar que:

01. o tipo O é muito freqüente e, por este motivo, o alelo responsável por sua expressão é dominante sobre os demais.
02. os indivíduos classificam-se em um dos quatro genótipos possíveis: grupo A, grupo B, grupo AB e grupo O.
04. existem três alelos: o  $I^A$ , o  $I^B$  e o  $i$ .
08. os alelos  $I^A$  e  $I^B$  são co-dominantes.
16. se um indivíduo do grupo A for heterozigoto, ele produzirá gametas portadores de  $I^A$  ou de  $i$ .
32. os indivíduos de tipo sanguíneo O possuem aglutinogênios em suas hemácias, porém não possuem aglutininas no plasma.
64. em alguns cruzamentos, entre indivíduos do grupo A com indivíduos do grupo B, é possível nascerem indivíduos do grupo O.

(UFSC – 2001, Questão 06) Uma mulher teve uma menina em sua primeira gravidez, ocorrendo o mesmo na sua segunda gestação. Marque no cartão-resposta o percentual esperado de ocorrência desse fato.

Esse último exemplo, embora não traga nenhum conteúdo específico da genética, foi classificado como sendo da disciplina por tratar de um requisito básico para se resolver outros problemas de genética, em especial aqueles que envolvem cruzamentos, ou seja, o cálculo da proporção sexual na gestação. Nos comentários sobre as questões presentes nas provas fornecidas, essa questão teve como objetivo principal verificar o conhecimento do aluno sobre as “*teorias de probabilidades em genética*” (Prova de 1996, UFSC, anexo 4).

### **5.1.2 O Conteúdo de Genética Abordado**

As questões foram classificadas quanto ao conteúdo de genética abordado. O critério utilizado para separar os temas foram os mesmos utilizados pela Coperve, que estão no Guia do Vestibulando 2002 (anexo 3).

O Guia relaciona 10 itens de genética e evolução que, presumivelmente, abordam grande parte do conteúdo de genética presente em livros didáticos e ensinados em sala de aula. Alguns desses itens foram divididos em subitens, porém o assunto foi inserido e classificado de uma maneira mais ampla. Por exemplo, quando a questão refere-se à *herança ligada ao sexo* esta questão foi classificada na categoria *herança relacionada ao sexo* (anexo 3).

No item sobre Generalidades, não foi possível identificar o que a Coperve considera sobre esse conteúdo. Por essa razão, as questões classificadas nesse aspecto foram as que não se encaixaram nos outros itens ou que trataram de assuntos mais recentes, como clonagem, transgênese, interpretação de heredograma, RNA, entre outros.

**Quadro 6:** Classificação das questões de genética de acordo com o conteúdo abordado: quantidade de questões

	Generalidades	Fenótipo e genótipo	Relações de dominância	Leis de Mendel	Alelos múltiplos em coelhos	Grupos sanguíneos	Interação gênica	Herança relacionada ao sexo	Teorias da evolução	Evidências da evolução	Total de questões
2001	1(06)*	-	-	-	-	1(05)*	-	-	-	1(07)*	3
2000	1(06)*	1(05)*	-	-	-	-	-	-	1(07)*	-	3
1999	1(06)*	-	-	-	-	-	-	-	1(05)*	-	2
1998	-	-	-	1(07)*	-	1(06)*	-	-	1(08)*	-	3
1997	1(03)*	-	-	1(09)*	-	-	-	1(10)*	-	-	3
1996	(04,08)*	1(07)*	-	-	-	-	-	1(18)*	-	1(09)*	5
1995	-	-	-	-	-	(09,10)*	-	1(08)*	1(11)*	-	4
1994	1(06)*	-	1(05)*	-	-	-	-	-	1(07)*	-	3
1993	-	-	-	-	1(07)*	-	-	1(08)*	1(10)*	1(09)*	4
1992	(04,07)*	-	-	1(08)*	-	-	-	-	-	-	3
1991	-	-	-	-	-	-	1(07)*	1(08)*	1(09)*	-	3
Total	9	2	1	3	1	4	1	5	7	3	36
%	25	5,56	2,78	8,33	2,78	11,11	2,78	13,89	19,44	8,33	100

\* Número da questão na prova de Biologia.

Observando o quadro 6, pode-se notar que o conteúdo Generalidades foi o que apareceu com maior frequência (25%) entre as questões de genética. Nesse tópico, constam todas as questões que abordam conceitos básicos de genética, como *crossing-over*, avaliação de heredograma, RNA e temas atuais (clonagem e transgenia). Como já referido anteriormente, o termo *generalidades* pode ser bastante abrangente, e no roteiro de estudo não está delimitado o seu conteúdo. Assim, foram classificadas as questão do tipo *generalidades* como as que não se enquadraram em nenhum dos outros tópicos.

As demais questões foram bem delimitadas em seus aspectos. Apenas no item referente à polialelia foi feita uma subdivisão, pois as questões apareceram bem específicas. Dentro do grupo de polialelia, estão os assuntos sobre grupos sanguíneos, que incluem os temas do Sistema ABO, do fator Rh e, separado do grande grupo da polialelia, os alelos múltiplos em coelhos. Esse apareceu em apenas uma questão (número 07 do ano de 1997, anexo 4). Não foram encontradas questões referentes aos temas *genes complementares*, *epistasia*, *poligenia*, *anomalias cromossômicas* e *heranças parcialmente ligadas e limitadas ao sexo*.

Cabe então um questionamento: por que razão foram inseridos esses conteúdos se em nenhum momento, nos dez anos analisados, foram questionados? São temas considerados desnecessários para o conhecimento do aluno? Acredita-se que não seja esta a razão. Talvez sejam assuntos considerados, pela banca elaboradora, como difíceis ou complicados de se argumentar numa prova com múltiplas escolhas e, assim, possíveis de anulação. Por que não abordar as anomalias cromossômicas, das quais poderiam ser questionadas as trissomias mais comuns na população, como a Síndrome de Down? Assim seria possível instigar o candidato acerca do conhecimento do número normal de cromossomos na espécie humana.

A frequência de conteúdos nas provas mostrou-se bastante variada. Aparentemente as questões não seguiram uma ordem e as provas procuraram questionar assuntos abrangentes ao longo dos anos. Porém, foi possível averiguar uma coerência entre a presença de alguns assuntos: o conteúdo *generalidades* questionou

conceitos e aspectos gerais de genética em três anos seguidos (1999, 2000 e 2001), o que poderia ser um indicativo de continuidade nesse âmbito para os próximos anos.

Os temas relacionados a *grupos sanguíneos* foram solicitados a cada dois anos desde 1995. Nos demais conteúdos classificados, não foi possível verificar uma correlação. Exceto quando se trata de *evolução*, que foi um assunto presente em todos os anos de prova, abrangendo temas sobre *teorias da evolução* (tema este mais freqüente do que *evidências da evolução*).

Para ilustrar sobre os conteúdos abordados, é apresentada a seguir uma questão que envolve a aplicação das *leis de Mendel*.

(UFSC –1998, questão 07) Considere que, em humanos, a capacidade de enrolar a língua em “U”, covas na face e pigmentação normal de pele são caracteres mendelianos dominantes, enquanto que a incapacidade de enrolar a língua em “U”, a ausência de covas na face e o albinismo são caracteres recessivos. Qual o percentual de indivíduos homocigotos para os três caracteres, nascidos do cruzamento de um homem homocigoto dominante com uma mulher homocigota recessiva? Marque seu resultado no cartão-resposta.

### 5.1.3 A Forma de Enunciar a Questão

- a) Direta: apresenta diretamente as alternativas, sem mostrar um enunciado do assunto abordado na questão;
- b) Afirmação/Descrição: há alguma afirmação ou descrição do conteúdo abordado, antes das alternativas;
- c) Situação problema: é proposta uma hipótese, podendo esta apresentar alternativas ou ser constituída de uma questão aberta, em que o cálculo/resposta fornece diretamente o resultado para o cartão-resposta;
- d) Material da mídia ou livro didático: no enunciado é apresentado um texto explicativo, retirado de uma revista, jornal ou livro, em forma de citação;

e) Associação de colunas: a questão é elaborada de forma a fazer uma comparação entre duas fileiras de conteúdos correlacionados, para então o aluno analisar as alternativas de múltipla escolha.

**Quadro 7:** Classificação das questões de genética quanto à forma de enunciar a questão: quantidade de questões

	Direta	Afirmação Descrição	Situação problema	Material de mídia ou livro didático	Associação de colunas	Total de questões
2001	-	2(05,07)*	-	1(06)*	-	3
2000	-	1(07)*	1(05)*	1(06)*	-	3
1999	-	-	1(06)*	1(05)*	-	2
1998	-	1(08)*	1(07)*	1(06)*	-	3
1997	-	-	3(03,09,10)*	-	-	3
1996	-	2(04,18)*	2(07,08)*	-	1(09)*	5
1995	-	1(08)*	2(09,10)*	-	1(11)*	4
1994	1(07)*	1(05)*	-	-	1(06)*	3
1993	-	2(09,10)*	2(07,08)*	-	-	4
1992	-	-	3(04,07,08)*	-	-	3
1991	-	2(07,09)*	1(08)*	-	-	3
Total	1	12	16	4	3	36
%	2,78	33,33	44,45	11,11	8,33	100

\* Número da questão na prova de Biologia.

A forma de apresentação do tipo *Situação problema* foi predominante entre as questões, perfazendo 44,45% das questões de genética. Somente nos anos de 1998, 1999, 2000 e 2001 percebe-se a existência de questões que utilizaram citação de material de mídia ou de livro didático como enunciado, dando destaque a temas relacionados à atualidade. Apenas em 1994 foi elaborada uma questão que não continha enunciado, utilizando-se diretamente das alternativas para abordar o conteúdo.

A seguir, apresenta-se um exemplo da categoria *afirmação/descrição* e depois, um exemplo da categoria *material de mídia ou livro didático*.

(UFSC – 2000, questão 07) Ao formular sua teoria para explicar a evolução dos organismos, o inglês Charles Darwin baseou-se em fatos, tais como:

01. em uma espécie, os indivíduos não são exatamente iguais, havendo diferenças que tornam alguns mais atraentes, mais fortes, etc.
02. populações crescem mais depressa do que a quantidade de alimentos necessária para supri-las.
04. caracteres adquiridos são passados às descendências.
08. uso demasiado de uma estrutura leva à hipertrofia da mesma.
16. mutações são muito freqüentes.

(UFSC – 2001, questão 06) “A revanche veio na quinta-feira [06/04] passada. Depois do susto provocado no começo da semana pelos percalços jurídicos da Microsoft..., a Nasdaq, o pregão eletrônico das empresas de alta tecnologia, voltou a respirar, (...). O oxigênio foi dado pelo anúncio de que cientistas americanos tinham chegado ao fim do rastreamento de um dos sonhos da medicina nesta virada de século: o mapeamento do genoma humano,...” Trecho extraído do artigo: Genoma: o primeiro esboço do mapa da vida, publicado na Revista Época, 10/04/2000. p.123.

Com relação a esse assunto, é CORRETO afirmar que:

01. o referido genoma está contido nos cromossomos.
02. a molécula sequenciada é o DNA.
04. apenas quatro bases nitrogenadas - a Adenina, a Citosina, a Guanina e a Uracila são possíveis de serem encontradas nesse mapeamento.
08. esse mapeamento já permitiu aos cientistas saberem a localização de todos os genes humanos.
16. um dos resultados possíveis dessa descoberta será a cura, no futuro, de algumas doenças genéticas, através da terapia gênica.

#### **5.1.4 A Atualidade dos Temas**

- a) Temas clássicos: questões que abordam temas clássicos em genética, como as leis de Mendel, cruzamentos, grupos sanguíneos, evolução, darwinismo, etc;
- b) Temas modernos: questões que envolvem assuntos da atualidade, como engenharia genética, transgênicos, clonagem e outros temas.

**Quadro 8:** Classificação das questões de genética quanto à atualidade dos temas

	2001	2000	1999	1998	1997	1996	1995	1994	1993	1992	1991	Total	%
Clássicos	2	2	2	3	3	4	4	3	4	3	3	33	91,67
Modernos	1(06)*	1(06)*	-	-	-	1(04)*	-	-	-	-	-	3	8,33
Total	3	3	2	3	3	5	4	3	4	3	3	36	100

\* Número da questão na prova de Biologia.

É possível notar, através dos dados do quadro 8, que, em apenas três anos, foram enquadradas questões relacionadas a temas modernos – apenas 8,33%

A primeira delas apareceu em 1996, relacionando o assunto clonagem (a ovelha clonada Dolly somente foi divulgada em fevereiro de 1997). Depois disso, apareceram novamente em 2000 e 2001 com os temas do Projeto Genoma Humano e Transgenia, respectivamente.

Embora esses assuntos já existissem antes desses anos citados anteriormente, por que só nesses dois anos foram utilizados para ilustrar as questões do vestibular? Uma hipótese seria que, de agora em diante, serão destacados alguns temas modernos nas futuras provas de vestibular, pois assim será possível verificar se o candidato está atualizado quanto ao assunto de genética em geral, deixando de lado a mera memorização de sala de aula.

Porém, mesmo quando o enunciado transcreve situações modernas, as alternativas remetem ao conteúdo clássico. Por exemplo, a questão 06 de 2001 (anexo 4) utilizou o enunciado da Revista Época, que comenta sobre o Genoma Humano, enquanto as alternativas remeteram-se a assuntos clássicos, como conceito de cromossomo, bases nitrogenadas e possibilidades do usufruto do conhecimento do mapeamento do genoma humano.

Um forte indício de que as questões são remetidas aos conteúdos clássicos, é a primeira prova realizada na UFSC, no ano de 1971 (anexo 5). Observando as questões de genética, pode-se identificar que os temas abordados foram praticamente os mesmos que apareceram em 2001, como leis de Mendel e grupos sanguíneos, por exemplo.

Estão destacadas duas questões relativas a cada tema presente nas provas: primeiro um tema clássico e, na sequência, uma questão de tema moderno.

(UFSC – 1997, questão 10) Em espécies nas quais existe dimorfismo sexual, a determinação do sexo pode ser do tipo cromossômica ou gênica. Em relação ao primeiro caso, é CORRETO afirmar que:

01. o sexo heterogamético é o único em que os cromossomos sexuais ocorrem em dose dupla.
02. o sistema ZZ-ZW, que ocorre em aves, é um exemplo desse tipo de determinação sexual.
04. nos mamíferos, os machos são heterogaméticos.
08. durante a meiose, o sexo heterogamético produzirá dois tipos de gametas cromossomicamente distintos, em relação aos cromossomos sexuais.
16. nos indivíduos heterogaméticos, ocorrerá hemizigose para alguns locos gênicos.

(UFSC – 1996, questão 04) Clones são seres vivos obtidos pelo desenvolvimento de células retiradas de indivíduos já existentes. A clonagem é um processo que vem sendo desenvolvido rapidamente com vários organismos e, em humanos, encontra barreiras de ordem ética. Sobre esse processo é CORRETO afirmar:

01. os clones são como irmãos gêmeos fraternos do doador das células.
02. o material genético do doador das células e do clone é idêntico.
04. se o doador das células possuir um defeito genético, como o albinismo, seu clone possuirá, também, essa anomalia.
08. órgãos transplantados do clone para o doador das células serão sempre rejeitados.
16. já existem seres humanos que foram originados e desenvolvidos plenamente por clonagem.
32. se o doador de células sofrer a perda de um membro antes de ser realizada a clonagem, o organismo originado posteriormente, por esse processo, nascerá sem o referido membro.

### 5.1.5 A Apresentação Gráfica da Questão

- a) Enunciado: quando a questão é apresentada por texto, e em seguida as proposições de múltipla escolha;
- b) Ilustrada: quando a questão apresenta uma figura, um heredograma ou um quadro, a partir do(a) qual são analisadas as alternativas.

**Quadro 9:** Classificação das questões de genética quanto à apresentação gráfica

	2001	2000	1999	1998	1997	1996	1995	1994	1993	1992	1991	Total	%
Ilustrada	-	-	-	-	1	1	1	-	-	2	-	5	13,88
Enunciado	3	3	2	3	2	4	3	3	2	1	3	31	86,12
Total	3	3	2	3	3	5	4	3	2	3	3	36	100

De acordo com o quadro 9, questões com ilustração apareceram em menor número (13,88%), apenas nos anos de 1992, 1995, 1996 e 1997. Não há uma explicação concreta para tal ocorrência, entretanto, pode-se supor que seja por economia de espaço no caderno de provas ou que seja mais fácil para o professor elaborador apenas escrever a prova, sem ter de desenhar ou recortar gravuras pertinentes à questão.

São apresentados a seguir exemplos de cada apresentação gráfica.

(UFSC – 1991, questão 09) A mutação é um processo importante para a evolução dos seres vivos. Com relação à mutação, é VERDADEIRO afirmar que:

- 01. ela só pode ocorrer espontaneamente.
- 02. se for deletéria, a seleção natural agirá de forma a aumentar sua frequência.
- 04. sem ela, a evolução orgânica não ocorreria.
- 08. ela só será exposta a seleção natural, quando se manifestar no fenótipo.
- 16. ela ocorre ao acaso.

(UFSC – 1995, questão 09)

SORO	AMOSTRAS DE SANGUE DOS INDIVÍDUOS			
	1	2	3	4
SANGUE A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SANGUE B	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SANGUE O	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

■: hemácias aglutinadas.

□: hemácias não aglutinadas.

A partir da análise do esquema acima, assinale a(s) proposição(ões) VERDADEIRA(S).

- 01. o grupo sangüíneo do indivíduo 1 é do tipo A.
- 02. o grupo sangüíneo do indivíduo 4 é do tipo O.
- 04. o indivíduo 2 não possui anticorpos anti A e anti B.
- 08. o indivíduo 3 pode doar sangue para os indivíduos 1 e 4 sem qualquer problema.
- 16. o indivíduo 4 possui antígenos A e B.
- 32. o padrão de herança genética do sistema ABO é do tipo polialelia.

## 5.2 O GRAU DE DIFICULDADE DAS QUESTÕES

A Coperve forneceu as provas com seus respectivos comentários. Assim foi possível separar as questões de genética quanto ao grau de dificuldade (fácil, médio e difícil). Como algumas questões não constavam no devido relatório, o critério para esse grau foi definido em relação ao índice de acerto. Baseado na avaliação das provas da Coperve e por determinação dos percentuais obtidos nos acertos das provas, fica estabelecido: 0-20%, difícil; 20-40%, médio e 40-100%, fácil.

O grau de dificuldade obtido em cada questão de genética é apresentado no quadro 10 a seguir.

**Quadro 10:** Grau de dificuldade e percentual de acerto por questão de genética

Ano de prova	Número da questão	Grau de dificuldade	Percentual de acerto (%)
2001	05	*	*
	06	*	*
	07	*	*
2000	05	médio	21,60
	06	difícil	16,25
	07	difícil	9,28
1999	05	difícil	11,57
	06	médio	24,68
1998	06	difícil	1,13
	07	fácil	48,22
	08	difícil	10,16
1997	03	médio	29,34
	09	médio	39,77
	10	difícil	13,77
1996	04	difícil	19,28
	07	fácil	42,11
	08	médio	23,19
	09	difícil	16,25
	18	difícil	14,99
1995	08	difícil	18,49
	09	difícil	3,15
	10	médio	32,92
	11	fácil	62,03
1994	05	difícil	19,14
	06	difícil	4,85
	07	difícil	11,60
1993	07	médio	23,01
	08	médio	25,09
	09	médio	22,11
	10	difícil	9,68
1992	04	fácil	49,45
	07	fácil	54,62
	08	difícil	15,18
1991	07	difícil	4,26
	08	difícil	12,28
	09	difícil	4,54

\* Não continha informações sobre esses dados.

As questões de genética geralmente foram as de número 05 e 06 nas provas. Com raras exceções apareceram no final da prova, como nos anos de 1995 e 1996, e em nenhum momento foram questões introdutórias. Foram consideradas de nível

difícil, de acordo com o percentual de acertos obtidos. A questão mais fácil foi a de número 11 do ano de 1995, com 62,03%, e que tratou sobre Teorias de Evolução correlacionando colunas. A questão mais difícil foi a de número 06 do ano de 1998, com apenas 1,13% de acertos. Envolveu o assunto do fator Rh abordando as causas e o controle da Eritroblastose Fetal.

Relacionando os conteúdos de genética e os graus de dificuldade, as questões sobre *Generalidades* foram consideradas de nível médio, sendo algumas difíceis e duas fáceis. As questões de *Relações de Dominância, Interação Gênica, Herança Relacionada ao Sexo, Teorias da Evolução, Evidências da Evolução e Grupos Sangüíneos* como difíceis. Os assuntos sobre *Fenótipo e Genótipo, Leis de Mendel e Alelos Múltiplos em Coelho*s foram de nível médio, embora tenham aparecido questões com mais de 40% de acerto.

Um fator relevante foram as três questões enunciadas na forma de associação de colunas que constaram nos anos de 1994, 1995 e 1996. Em 1994 e 1996 essas questões obtiveram em torno de 4% de acerto e foram consideradas de nível difícil pela Coperve. Um ponto relevante sobre isso, seria que, no ano de 1994, a questão abordou conceitos de alelo, locus, cromossomos homólogos, fenótipo e mutação. Com um índice tão baixo de acertos, pode-se dizer que os alunos não dominavam assuntos fundamentais da genética, fazendo confusão entre esses temas. No ano de 1996, o tema relacionado foi Evidências da Evolução, tratando sobre órgãos análogos e homólogos, assunto mais específico da evolução, que exigiu do aluno um conhecimento amplo sobre definições de evolução. Já em 1995, a questão envolveu o conteúdo de Teorias da Evolução e obteve um índice de 62%, o mais alto nesses dez anos de provas. Como as alternativas exemplificavam de maneira simples seus conceitos, talvez isso possa ter propiciado o alto índice de acerto. Outro ponto que pode ter facilitado o gabarito da prova é que todas as alternativas da questão estavam corretas, assim o aluno que marcou todas as alternativas, mesmo sem saber sobre o assunto, acertou a questão.

Essas questões de associação envolvem muito conteúdo, mesmo que seja sobre um assunto, exigindo a capacidade de memorização do aluno, pois não requer reflexão e desenvolvimento do pensamento, como acontece nas *situações problemas*.

Numa análise geral, das 33 questões que apresentaram discussão sobre grau de dificuldade, cinco delas foram classificadas como fáceis, nove de nível médio e a grande maioria (19 questões), como difíceis. Isso leva a acreditar que a prova de Biologia pode ser considerada como uma disciplina difícil, resgatando o estudo de Manzke (1999) sobre o ensino da matéria.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como parte das considerações gerais desse trabalho, é possível ressaltar alguns pontos. As questões de genética encontradas na prova de Biologia do concurso vestibular da UFSC são as que apareceram em maior número se comparadas com as demais questões de outras áreas da disciplina. Entretanto, não se mudou a forma de abordar os conteúdos no decorrer do decênio analisado. Embora tenham sido constatadas algumas citações de assuntos da atualidade inseridos nas provas, os principais tópicos questionados remeteram aos temas clássicos da genética, como mendelismo, segregação de alelos e relações de dominância. Uma das indagações que podem ser levantadas é o porquê dessa repetição de conteúdos e da ausência de inovação nos temas ligados à genética e às demais áreas da Biologia. Outro aspecto relevante para se analisar é a relação (ou falta desta) entre os conteúdos ministrados no Ensino Médio e os exigidos no vestibular. É necessário avaliar os programas escolares, tanto da rede pública de ensino como da privada, para verificar o enfoque dos currículos formais e reais que envolvem os programas do Ensino Médio, e, dessa maneira, compará-los com os objetivos e com o programa do vestibular, ressaltando a preparação dos alunos para o concurso.

O número de questões que abordaram os temas de genética e evolução (36 questões) foi superior ao das demais áreas da Biologia (22 de ecologia e de citologia), conforme mostrado no quinto capítulo. Obviamente que, se somadas todas as subáreas definidas em *seres vivos*, o total ultrapassaria o número de questões que envolvem genética. Contudo, por serem áreas bem diferentes, como zoologia, fisiologia e botânica foram então consideradas em separado, aparecendo agrupadas para melhor distinção entre cada questão.

Mas a prova de Biologia não é apenas sobre genética. Por que não aproximar os conteúdos de embriologia, ecologia, citologia, etc. com os temas da genética, já que esta está presente no estudo de todos os seres vivos? Afinal, a Biologia não é o estudo dos seres vivos, da vida? Então, parece contraditório separar tais conteúdos, pois, para as diretrizes governamentais, o estudo da Biologia deve proporcionar o conhecimento da interação dos seres vivos com o meio que os cerca. Como sugerir que haja interdisciplinaridade entre Química, Física e Matemática, por exemplo, se nem mesmo dentro da própria Biologia isso acontece?

De uma maneira geral, a proposta e os objetivos dessa pesquisa foram cumpridos, mas com isso surgiram novas idéias e novos questionamentos acerca do Ensino Médio entendido como uma etapa de preparação de um cidadão que pretende ingressar no Nível Superior de Ensino.

O enfoque principal da dissertação não foi analisar se o vestibular é uma maneira correta de avaliação e/ou de seleção. Mas cabe perguntar se é adequado selecionar dessa forma alunos para o Ensino Superior, e se realmente esse tipo de prova avalia o conhecimento adquirido no decorrer do Ensino Médio. Devido a diferença entre o número de candidatos para cada curso, alguns precisam acertar mais ou menos questões da prova para serem admitidos. Mas, então, o vestibulando que alcança uma pontuação alta é realmente o que sabe mais sobre as disciplinas ou é apenas o que se preparou melhor psicologicamente para enfrentar tal maratona?

Surge assim um outro tema: as características dos cursos preparatórios para o concurso vestibular, os denominados *cursinhos*. Eles estão investindo na formação do cidadão ou apenas estão interessados em aprovar o maior número possível de candidatos, e com isso ganhar espaço na mídia para divulgação de sua empresa? Sim, pois esses cursinhos não deixam de ser empresas especializadas em “adestrar” os candidatos a responderem com calma e eficácia a prova do vestibular. Então quem formará cidadãos críticos e participativos na sociedade atual?

É evidente que o vestibular ainda é visto como uma grande muralha a ser derrubada pelos estudantes que pretendem ingressar no Ensino Superior.

A forma como as provas são elaboradas permite ressaltar algumas questões sobre a maneira de selecionar os alunos, pois esse tipo de processo não pode ser definido como uma forma avaliativa do conhecimento escolar. A apresentação de múltiplas alternativas pode induzir a um ensino especializado em resolver tais questões, deixando de lado a formação do indivíduo como cidadão proposta pelas diretrizes governamentais.

Afinal, o objetivo do concurso vestibular é avaliar o conhecimento dos alunos oriundos do Ensino Médio ou eliminar o número excedente de candidatos inscritos? Se é avaliar o conhecimento de seus futuros alunos, de onde é retirado o programa proposto para o estudo, fornecido no ato da inscrição para o concurso? Pode-se sugerir duas origens: a primeira seria nas diretrizes governamentais de ensino; e a segunda, no sumário dos conteúdos de livros didáticos para o Ensino Médio. É possível supor que seja o conjunto delas, pois os livros escolares deveriam suprir a base de conteúdos e das propostas levantadas pelas diretrizes governamentais.

No caso do vestibular da UFSC, objeto desse trabalho, através da interpretação dos PCNEMs pode-se estabelecer uma relação entre os objetivos gerais dos Parâmetros e os objetivos do vestibular, já que esse documento é citado como referência para a elaboração da Resolução que inclui os conteúdos da disciplina de Biologia, no Guia do Vestibulando da UFSC. Mas pela PCSC há um ponto a ser ressaltado. Embora todos os conteúdos presentes no Guia do Vestibulando estejam contidos no programa do Ensino Médio, é relevante salientar que esse programa está dividido em três séries, e que, para os alunos do terceiro ano escolar de uma rede pública, os conteúdos são fragmentados por séries e não remetem aos temas dos outros anos do Ensino Médio, o que seria fundamental para o vestibular. Por exemplo, no primeiro ano o aluno estuda noções das unidades morfo-funcionais das células; reprodução celular; reprodução humana; anatomia e fisiologia humana; e as funções do corpo humano. No segundo ano, o conteúdo inclui o estudo da biodiversidade. E, finalmente, no terceiro ano, genética e ecologia. Isso sem questionar se o professor realmente consegue cumprir todo o programa escolar, o que já seria outro assunto.

De acordo com os PCNEMs “a decisão sobre o *quê* e *como* ensinar Biologia, no Ensino Médio, não se deve estabelecer como uma lista de tópicos (...), mas sim de forma a promover os objetivos educacionais” (BRASIL, 1999, p.220). Já na PCSC ressalta-se que “a função social do ensino de Biologia deve ser a de contribuir para ampliar o entendimento que o indivíduo tem da sua própria organização biológica” (SANTA CATARINA, 1998, p.148). Essas afirmações não estabelecem o que essas diretrizes governamentais realmente definem sobre a abordagem temática da Biologia, como conteúdos em sala de aula. Por sua vez, a Proposta do Estado define, na forma de uma lista de tópicos, o *quê* ministrar em cada ano letivo nas séries incluídas no Ensino Médio. Embora essa lista não seja prescritiva, há a possibilidade de o professor seguir somente os conteúdos listados.

Por fim, pode-se dizer que ambos os documentos têm intenções otimistas quanto ao Ensino Médio na disciplina de Biologia, mas nenhum dos dois deve ser tomado para ser seguido à risca. Mesmo porque, a própria Secretaria de Educação do Estado de Santa Catarina não possui um número de exemplares suficientes e disponíveis dos PCNEMs para professores ou quaisquer pessoas interessadas em conhecer o documento. Como, então, querer que esses documentos educacionais façam parte do cotidiano escolar se, muitas vezes, o professor nem sabe que eles existem? Ou, se sabe, não tem acesso fácil a eles? Os dois documentos governamentais objetivam a melhoria do ensino, propondo a formação de cidadãos críticos e participantes na sociedade, capazes de ter uma profissão e viver dignamente. Mas será que esses indivíduos realmente estarão preparados para realizar seus objetivos de vida? Espera-se que sim.

Enquanto isso, a própria universidade tem de usar métodos para selecionar os candidatos que a instituição tem capacidade de absorver, descartando quase 38.000 pessoas no ano de 2003, no caso da UFSC. O vestibular não está voltado para o Ensino Médio, mas, sim, realiza um processo seletivo cujas características lhe são garantidas pela autonomia administrativa e acadêmica que cada instituição tem direito e, de alguma forma, utiliza um método de eliminar os candidatos excedentes.

Se comparados os documentos governamentais com o concurso vestibular da UFSC, é possível apontar focos diferentes: os Parâmetros consideram a escola como meio de formar indivíduos para a sociedade, e o vestibular estabelece uma maneira de absorver alguns cidadãos da sociedade para a instituição.

O vestibular, como processo de ingresso numa etapa de educação posterior ao Ensino Médio, pode ser focado sob duas perspectivas: na primeira, a escola é vista como uma entidade utilizada como pré-requisito de uma série escolar para outra (o primeiro ano antecede o segundo, e este o terceiro ano), e o conteúdo dessas três séries é direcionado para o vestibular; e, na segunda, sob o ponto de vista dos PCNEMs, o Ensino Médio tem como pretensão formar intelectual e individualmente o cidadão, sendo a escola a base dessa formação, ao possibilitar conhecimentos para planos futuros, nos quais pode ou não estar inserido o concurso vestibular e, conseqüentemente, o Ensino Superior. Por esse último aspecto, um indivíduo formado no Ensino Médio teria condições intelectuais de enfrentar o concurso.

O vestibular da UFSC tem por objetivos, segundo o Guia do Vestibulando: “1) avaliar a aptidão e as habilidades dos alunos egressos do Ensino Médio; 2) verificar o grau de domínio do conhecimento exigido até o nível de complexidade do Ensino Médio, de acordo com os princípios preconizados pelos Parâmetros Curriculares Nacionais e; 3) interagir com o Ensino Médio” (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, 2002, p.11). Mas, em todos os anos de provas analisadas (1991 a 2001), os tópicos de conteúdos referentes à Biologia não mudaram, permanecendo inalterados mesmo com a divulgação de documentos governamentais: em 1998 a PCSC, e em 1999 os PCNEMs.

Reforçando essa idéia, é interessante examinar as questões de genética da prova de 1971, cujos conteúdos e forma de apresentação são praticamente idênticos aos realizados atualmente. Se os temas estão mudando tanto e se os assuntos da genética estão em evidência, por que essa insistência em manter-se o mesmo padrão de prova? Desconsiderando as introduções das questões atuais, que apresentam recortes de revistas e jornais, é possível afirmar que as provas, de forma geral, ainda são as

mesmas desde 1971, pois a abordagem temática se volta sempre aos mesmos conteúdos.

Entre os temas da Biologia, a genética se destaca pela sua crescente divulgação na mídia a partir da década de 90 do século XX. Clonagem de mamíferos, alimentos transgênicos e o mapeamento do genoma humano são assuntos comentados, tanto entre cientistas como entre leigos. Algumas das questões de genética no vestibular da UFSC citam esses assuntos; entretanto, as alternativas de múltipla escolha remetem aos conteúdos clássicos da genética, como as leis de Mendel, os conceitos básicos de gene e de cromossomo e ainda cálculos de genótipos sobre grupos sanguíneos, por exemplo. Os temas da atualidade, quando presentes, parecem, na maioria dos casos, servir apenas de cenário, no qual os conteúdos básicos e clássicos são repetidamente solicitados aos vestibulandos.

Um questionamento que pode ser levantado é a dificuldade em atualizar a prova de Biologia, as questões de genética em especial, nas alternativas, e não apenas nas introduções das questões. Um exemplo disso são as provas de História e Geografia, que todos os anos inserem conteúdos que abordam questões atualizadas sobre guerras e conflitos, mudanças de governo, eleições, desaparecimentos de autoridades e pessoas públicas, entre outros. Isso nos remete ao estudo de Slongo (1996), que afirmou que os alunos encaram a Biologia como uma disciplina que envolve a memorização de nomes difíceis. Mas a Biologia e a genética não são só isso. Caberia questionar assuntos como problemática ambiental, poluição, reprodução assistida, extinção de espécies animais e vegetais e os estudos realizados para devolver esses espécimes à natureza.

Uma das razões dessa pouca mudança poderia ser a forma como a prova é elaborada, ou seja, questões de múltipla escolha não deixam os professores elaboradores livres o suficiente para indagar o conhecimento atual do aluno, pois, assinalando alternativas, não é possível avaliar se o estudante tem o conhecimento do assunto ou se aleatoriamente considera as alternativas que julga corretas. Uma prova do tipo dissertativa seria uma escolha para o dilema da avaliação no vestibular. Porém,

entra-se noutros méritos: o tempo e a agilidade da correção (por exemplo, quase 42.000 provas realizadas no ano de 2003).

Do meu ponto de vista, a partir da análise realizada, o concurso vestibular está longe de ser o método ideal de seleccionar candidatos ao ingresso no Ensino Superior. Contudo, por enquanto, é a maneira mais coerente financeiramente e que, de uma forma geral, possibilita englobar os temas ministrados no Ensino Médio, mesmo que fragmentados em disciplinas isoladas. Além disso, ainda não foi estabelecido um método consistente de medir conhecimento intelectual. Portanto, o vestibular pode ser comparado a um funil, que filtra uma gama excessiva de pessoas com o mesmo objetivo: ingressar e formar-se num curso superior.

## REFERÊNCIAS

ABEL, L. D. S. et al. *Desenvolvimento de modelos a serem aplicados no ensino da biologia molecular estrutural*. In: VIII ENCONTRO PERSPECTIVAS DO ENSINO DE BIOLOGIA. São Paulo, 2002. São Paulo: USP. 2002. CD-Rom.

ALMEIDA, L. O. et al. *Modelo didático para o mecanismo de reparo do DNA por fotorreativação enzimática*. In: 47 CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA. *Genetics and Molecular Biology*. Águas de Lindóia, SP. São Paulo: SBG.. outubro, 2001. CD-Rom

ALVES, L. G. C.; SANTINI, M. A. *As drosófilas vão à escola*. In: 48 CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA. *Genetics and Molecular Biology*. Águas de Lindóia, SP. São Paulo: SBG. setembro, 2002. CD-Rom.

AMABIS, J. M. *A revolução na genética: um tema para a escola secundária?* In: III ENCONTRO PERSPECTIVAS DO ENSINO DE BIOLOGIA. São Paulo, 1988. São Paulo: USP, 1988. p.19.

ARAÚJO, L. M. P. et al. *Aplicações de mapas conceituais no ensino da genética humana*. In: 47 CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA. *Genetics and Molecular Biology*. Águas de Lindóia, SP. São Paulo: SBG. outubro, 2001. CD-Rom.

AZEVEDO, D. T.; BIANCONI, M. L. *Como as provas do tipo vestibular estão se adaptando à nova LDB? O caso da Biologia*. In: I ENCONTRO REGIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA. Niterói, RJ. *Anais do I EREBIO: Novo milênio, novas práticas educacionais?* 15-17 agosto. 2001. p.369-372.

AZZONI, L. M. *A genética no ensino médio: estudo experimental da herança em drosófilas*. In: VII ENCONTRO PERSPECTIVAS DO ENSINO DE BIOLOGIA. São Paulo, 2000. São Paulo: USP, 2000. p.818.

BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70. 1977. p.225.

BENEDET, O. M. *Percepções sobre a qualidade do ensino médio: uma avaliação na região Sul de Santa Catarina*. Florianópolis, 2000. 117f. Dissertação (Mestrado em

Engenharia de Produção) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina.

BIANCHETTI, L. *Angústia no vestibular: indicações para pais e professores*. Série Polêmicas. Passo Fundo: Ediupf, 1996. p.114.

BIZZO, N. M. V. *O darwinismo nos vestibulares e em Darwin*. In: III ENCONTRO PERSPECTIVAS DO ENSINO DE BIOLOGIA. São Paulo, 1988. São Paulo: USP, 1988. p.104-114.

\_\_\_\_\_. *Invenções e alternativas no ensino de ciência no Brasil*. In: IV ENCONTRO PERSPECTIVAS DO ENSINO DE BIOLOGIA. São Paulo, 1991. São Paulo: USP, 1991. p.94.

\_\_\_\_\_. *Evolução dos seres vivos: fabricando fósseis, construindo conhecimento sobre o processo evolutivo*. In: V ENCONTRO PERSPECTIVAS DO ENSINO DE BIOLOGIA. São Paulo, 1994. São Paulo: USP, 1994a. p.35.

\_\_\_\_\_. *O que ocorreu com o conhecimento sobre evolução desde Down House até os nossos alunos?* In: V ENCONTRO PERSPECTIVAS DO ENSINO DE BIOLOGIA. São Paulo, 1994. São Paulo: USP, 1994b. p.184.

\_\_\_\_\_. Graves erros de conceitos em livros didáticos de ciências. *Revista Ciência Hoje*. v.21, n.121, 1996. p.26-35.

BOTTAN, A. C. et al. *Cartilha dos direitos do cidadão*. Itajaí: Editora Univali, 1998. p.62.

BRANDÃO, R. L.; ACEDO, M. D. P. *Modelos didáticos em genética: a regulação da expressão do operon da lactose em bactérias*. In: 46 CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA. *Genetics and Molecular Biology*. Águas de Lindóia, SP. São Paulo: SBG, v. 23, n.3. september, 2000. p.179.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais*. Brasília: SEMTEC/MEC, 1997.

\_\_\_\_\_. Conselho Nacional de Educação. *Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio*. Brasília: SEMTEC/MEC, 1998. Obtida via internet no endereço [www.mec.gov.br](http://www.mec.gov.br) em julho de 2002.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio*. Brasília: SEMTEC/MEC, 1999.

\_\_\_\_. Lei n.5.540, de 28 de novembro de 1968. Fixa normas de organização e funcionamento do Ensino Superior e sua articulação com a escola média, e dá outras providências. Lex: Coletânea de Legislação e Jurisprudência, São Paulo, v.32, p.1433, out/dez, 49. trim. Legislação Federal e Marginália.

\_\_\_\_. Decreto n.68.908, de 13 de julho de 1971. Dispõe sobre o Concurso Vestibular para admissão aos cursos Superiores de Graduação. Lex: Coletânea de Legislação e Jurisprudência, São Paulo, v.35, p.979, jul/set, 60.trim. Legislação Federal e Marginália.

\_\_\_\_. Lei n.9.394, de 20 de dezembro de 1996. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Legislação Federal e Marginália.

BURNS, G., BOTTINO, P. *Genética*. 6. ed. Rio de Janeiro: Koogan, 1991. p.381.

CAMARGO, S. S.; AMABIS, J. M. *O ensino de biologia molecular em faculdades e escolas médias de São Paulo: avaliação e implementação de estratégias para a aprendizagem com significado*. In: 47 CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA. *Genetics and Molecular Biology*. Águas de Lindóia, SP. São Paulo: SBG. outubro, 2001. CD-Rom.

CAMARGO, S. S. et al. *Meiose em 6 diferentes abordagens investigativas*. In: 48 CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA. *Genetics and Molecular Biology*. Águas de Lindóia, SP. São Paulo: SBG. setembro, 2002. CD-Rom.

CAMPOS, M. C. C.; NIGRO, R. G. *Proposições conceituais no ensino e na história da genética*. In: V ENCONTRO PERSPECTIVAS DO ENSINO DE BIOLOGIA. São Paulo, 1994. São Paulo: USP, 1994. p.192.

CANAL, R. R.; BASTOS, F. *O projeto genoma e o ensino de biologia*. In: III ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS. Atibaia, SP. 2001. CD-Rom.

CÂNDIDO, F. F. B. S. et al. *Avaliação do jogo Evoluindo-Genética como um instrumento didático*. In: 46 CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA. *Genetics and Molecular Biology*. Águas de Lindóia, SP. São Paulo: SBG, v. 23, n.3. september, 2000. p.175.

CANTIELLO, A. C.; TRIVELATO, L. F. *O conceito de herança biológica no currículo do ensino médio*. In: III ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS. Atibaia, SP. 2001. CD-Rom.

\_\_\_\_. *Dificuldades de vestibulandos em questões de genética*. In: 48 CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA. *Genetics and Molecular Biology*. Águas de Lindóia, SP. São Paulo: SBG. setembro, 2002a. CD-Rom.

\_\_\_\_\_. *O conceito de herança biológica, as provas vestibulares e o currículo do ensino médio*. In: VIII ENCONTRO PERSPECTIVAS DO ENSINO DE BIOLOGIA. São Paulo, 2002. São Paulo: USP. 2002b. CD-Rom.

CARABETTA JR, V.; GODOY, N. M.; MOREIRA, J. A. *Uma proposta para o ensino da seleção natural*. In: V ENCONTRO PERSPECTIVAS DO ENSINO DE BIOLOGIA. São Paulo, 1994. São Paulo: USP, 1994. p.53.

CARDOSO, S. R.; COSTA, W. F.; LOMÔNACO, C. *Simulando a ocorrência da deriva genética em sala de aula*. In: 47 CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA. *Genetics and Molecular Biology*. Águas de Lindóia, SP. São Paulo: SBG. outubro, 2001. CD-Rom.

CARNEIRO, A. L. et al. *Produção e testagem de videoteipes para o ensino de genética em nível de segundo grau*. In: V ENCONTRO PERSPECTIVAS DO ENSINO DE BIOLOGIA. São Paulo, 1994. São Paulo: USP, 1994. p.55.

CARVALHO, M. O.; PINTO, P. M.; GOLOMBIESKI, R. M. *Operon website: um portal para a biotecnologia*. In: 46 CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA. *Genetics and Molecular Biology*. Águas de Lindóia, SP. São Paulo: SBG, v. 23, n.3. september, 2000. p.173.

CARVALHO, M. R. S. et al. *Desenvolvimento de ferramentas para informatização do ensino de genética: modelos para compreensão da análise de ligação em humanos*. In: 46 CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA. *Genetics and Molecular Biology*. Águas de Lindóia, SP. São Paulo: SBG, v. 23, n.3. september, 2000. p.178-179.

CARVALHO, W. *Cariótipo humano: simulação na sala de aula*. In: V ENCONTRO PERSPECTIVAS DO ENSINO DE BIOLOGIA. São Paulo, 1994. São Paulo: USP, 1994. p.45.

CASELLA, P. L. C. et al. *Sophia X Luzia: quando o ambiente enfrenta a genética*. In: VIII ENCONTRO PERSPECTIVAS DO ENSINO DE BIOLOGIA. São Paulo, 2002. São Paulo: USP. 2002. CD-Rom.

CASTELETI, C. H. M.; MORAIS JÚNIOR, M. A. *Desenvolvimento de um CD-rom multimídia para auxílio no ensino da genética*. In: 45 CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA. *Genetics and Molecular Biology*. Gramado, RS. São Paulo: SBG, v. 22, n.3. october, 1999. p.797.

CECCHETTI, F. et al. *Abordagem de conceitos darwinistas em jogo multidisciplinar*. In: VIII ENCONTRO PERSPECTIVAS DO ENSINO DE BIOLOGIA. São Paulo, 2002. São Paulo: USP. 2002. CD-Rom.

DELLA JUSTINA, L. A.; FERRARI, N.; ROSA, V. L. *Genética no ensino médio: temáticas que apresentam maior grau de dificuldade na atividade pedagógica*. In: VII ENCONTRO PERSPECTIVAS DO ENSINO DE BIOLOGIA. São Paulo, 2000. São Paulo: USP, 2000. p.794.

DIAS, M. G. L. *Desenvolvimento do conteúdo programático da disciplina de citogenética e genética vegetal direcionado para iniciação científica*. In: III ENCONTRO PERSPECTIVAS DO ENSINO DE BIOLOGIA. São Paulo, 1988. São Paulo: USP, 1988. p.206.

EL-HANI C. N. et al. *Idéias de alunos de ciências biológicas da Universidade Federal da Bahia sobre o determinismo genético e clonagem humana*. In: 44 CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA. *Genetics and Molecular Biology*. Águas de Lindóia, SP. São Paulo: SBG, v. 21, n.3. september, 1998. p.395.

FERRARI, N. *Nascimento da genética humana brasileira na UFPR*. In: 45 CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA. *Genetics and Molecular Biology*. Gramado, RS. São Paulo: SBG, v. 22, n.3. october, 1999a. p.801.

\_\_\_\_\_. *A genética humana no Brasil – análise histórica*. In: 45 CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA. *Genetics and Molecular Biology*. Gramado, RS. São Paulo: SBG, v. 22, n.3. october, 1999b. p.801-802.

\_\_\_\_\_. *A história da ciência no ensino fundamental : um exemplo de genética*. In: VIII ENCONTRO PERSPECTIVAS DO ENSINO DE BIOLOGIA. São Paulo, 2002. São Paulo: USP. 2002a. CD-Rom.

\_\_\_\_\_. *Clonagem: um exemplo de texto a ser utilizado em aulas de ciências*. In: VIII ENCONTRO PERSPECTIVAS DO ENSINO DE BIOLOGIA. São Paulo, 2002. São Paulo: USP. 2002b. CD-Rom.

FERRARI, N.; LEITE, R. C. M.; DELIZOICOV, D. *Mendel e a construção coletiva do conhecimento*. In: 47 CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA. *Genetics and Molecular Biology*. Águas de Lindóia, SP. São Paulo: SBG. outubro, 2001. CD-Rom.

FERREIRA, I. T. et al. *Ensino de genética e evolução em escolas de 2º grau do município de Pelotas/RS: dados preliminares*. In: 44 CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA. *Genetics and Molecular Biology*. Gramado, RS. São Paulo: SBG, v. 22, n.3. october, 1999. p.796.

FRANÇA, T. N.; PAULA, C. L. *Simulando o surgimento de novas espécies em sala de aula*. In: 48 CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA. *Genetics and Molecular Biology*. Águas de Lindóia, SP. São Paulo: SBG. setembro, 2002. CD-Rom.

FRANCO, M. A. C. O acesso à universidade: uma questão política e um problema metodológico. *Seminários Vestibular Hoje*. Ministério da Educação e Secretaria da Educação Superior. Brasília, 1987. p.11-15.

FREIRE, C. Y. *Concepção de reprodução e hereditariedade na criança e na história*. In: V ENCONTRO PERSPECTIVAS DO ENSINO DE BIOLOGIA. São Paulo, 1994. São Paulo: USP, 1994. p.195.

FREITAS, I. M. A. C. *Avaliação da educação superior: fatores técnicos e políticos em universidades públicas brasileiras*. Florianópolis, 1995. 226f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Curso de Pós-Graduação em Administração, Universidade Federal de Santa Catarina.

GOMES, E. A.; TOSTES, B. L.; PICININI-TEIXEIRA, M. L. *A pesquisa em ensino de genética: uma proposta de investigação qualitativa*. In: 48 CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA. *Genetics and Molecular Biology*. Águas de Lindóia, SP. São Paulo: SBG. setembro, 2002. CD-Rom.

GONDRO, C.; MAGALHÃES, J. C. M. *Seleção e deriva em populações de organismos virtuais*. In: 46 CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA. *Genetics and Molecular Biology*. Águas de Lindóia, SP. São Paulo: SBG, v. 23, n.3. september, 2000. p.175.

GUIMARÃES, S. *Como se faz a indústria do vestibular*. Petrópolis: Editora Vozes, 1984. p.76.

INFANTE-MALACHIAS, M. E.; CAMARGO, S. S.; AMABIS, J. M. *Alimentos transgênicos: opinião de alunos universitários*. In: 48 CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA. *Genetics and Molecular Biology*. Águas de Lindóia, SP. São Paulo: SBG. setembro, 2002. CD-Rom.

INOCÊNCIO, M. T. et al. *Doenças hereditárias e não-hereditárias – estratégias de ensino e incentivo à pesquisa no ensino fundamental*. In: 47 CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA. *Genetics and Molecular Biology*. Águas de Lindóia, SP. São Paulo: SBG. outubro, 2001. CD-Rom.

JANCZUR, C. *Uma proposta de atividade para integração de conteúdos de citologia e genética*. In: V ENCONTRO PERSPECTIVAS DO ENSINO DE BIOLOGIA. São Paulo, 1994. São Paulo: USP, 1994. p.40.

JANNES, C. E.; REZENDE, A. C. R. V.; VIEIRA, I. L. C. M. *Trabalhando hereditariedade: uma nova proposta de estudo para o ensino fundamental*. In: VII ENCONTRO PERSPECTIVAS DO ENSINO DE BIOLOGIA. São Paulo, 2000. São Paulo: USP, 2000. p.763.

JUSTINA, L. A. D.; ROSA, V. L.; FERRARI, N. *A evolução histórica do conceito de hereditariedade – a teoria mendeliana como exemplo de ruptura bachelardiana*. In: 46 CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA. *Genetics and Molecular Biology*. Águas de Lindóia, SP. São Paulo: SBG, v. 23, n.3. september, 2000. p.176.

LEITE, R. C. M.; FERRARI, N.; DELIZOICOV, D. *A história das leis de Mendel na perspectiva fleckiana*. In: III ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS. Atibaia, SP. 2001. CD-Rom.

LEYSER DA ROSA, V.; EL-HANI, C. N. *Ensinando ética e história e filosofia das ciências para estudantes de biologia: duas propostas pedagógicas*. In: 46 CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA. *Genetics and Molecular Biology*. Águas de Lindóia, SP. São Paulo: SBG, v. 23, n.3. september, 2000. p.177-178.

LIGOCKI, C.; AYRES, D.; TIDON-SKLORZ, R. *Pré-concepções relacionadas à evolução biológica entre professores de 2º grau que lecionam em Brasília-DF*. In: 44 CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA. *Genetics and Molecular Biology*. Águas de Lindóia, SP. São Paulo: SBG, v. 21, n.3. september, 1998. p.395.

LÜDKE, M., ANDRÉ, M. E. D. A. *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU. 1986. p.99.

MACEDO, E. F. Parâmetros curriculares nacionais: a falácia de seus temas transversais. *Currículo: políticas e práticas*. org. MOREIRA, A. F. B. São Paulo: Papirus, 1999. p.43-58.

MACEDO, J. F., ROSA, V. L. *Concepções sobre genética, reprodução e cotidiano entre alunos do ensino médio*. Florianópolis, 2000a. 57f. Trabalho de Conclusão de Curso (Centro de Ciências Biológicas) – Universidade Federal de Santa Catarina.

\_\_\_\_\_. *Conceitos básicos de genética e reprodução para alunos do ensino médio*. In: 46 CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA. *Genetics and Molecular Biology*. Águas de Lindóia, SP. São Paulo: SBG, v. 23, n.3. september, 2000b. p.176-177.

MACIEL, C. M. et al. *Estudo dirigido sobre o papel do RNA no controle da síntese de proteínas*. In: VII ENCONTRO PERSPECTIVAS DO ENSINO DE BIOLOGIA. São Paulo, 2000. São Paulo: USP, 2000. p.833.

MAESTRELLI, S. R. *A disciplina de genética e a prática dos profissionais médicos em Florianópolis*. In: 46 CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA. *Genetics and Molecular Biology*. Águas de Lindóia, SP. São Paulo: SBG, v. 23, n.3. september, 2000. p.173.

MAESTRELLI, S. R. P.; ROSA, V. L.; FERRARI, N. *Produção de material informativo sobre doenças genéticas por alunos dos cursos da área da saúde*. In: 48 CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA. *Genetics and Molecular Biology*. Águas de Lindóia, SP. São Paulo: SBG. setembro, 2002. CD-Rom.

MALAGUTH, I. F.; JANNES, C. E.; PEREIRA, J. E. D. *Ciência crítica e a genética dos livros didáticos*. In: VI ENCONTRO PERSPECTIVAS DO ENSINO DE BIOLOGIA. São Paulo, 1997. São Paulo: USP, 1997. p.102.

MALAJOVICH, M. A.; ROITMAN, S. *Introdução de tópicos de biotecnologia nos cursos de biologia do segundo grau*. In: IV ENCONTRO PERSPECTIVAS DO ENSINO DE BIOLOGIA. São Paulo, 1991. São Paulo: USP, 1991. p.204.

MALCHER, S. A. O.; PINHEIRO, L. M. L.; NASCIMENTO, H. B. *Ensino de genética: o vestibular da UFPA nos livros didáticos do ensino médio*. In: 46 CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA. *Genetics and Molecular Biology*. Águas de Lindóia, SP. São Paulo: SBG, v. 23, n.3. september, 2000. p.176.

MALTA, F. S. V.; ORTEGA, J. M. *Modelos didáticos em genética: uma abordagem concreta da iniciação de transcrição e de experimentos utilizando esse conhecimento*. In: 44 CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA. *Genetics and Molecular Biology*. Águas de Lindóia, SP. São Paulo: SBG, v. 21, n.3. september, 1998. p.394.

MANZKE, V. H. B. *Aspectos da interação entre o professor de biologia e o livro didático no ensino de genética, na cidade de Pelotas, RS*. Florianópolis, 1999. 109f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Curso de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Santa Catarina.

\_\_\_\_\_. *A genética e seus temas embaixadores (no ensino médio)*. Pelotas: Editora e Gráfica Universitária – UFPel, 2000. p.200.

MARRERO, A. R.; MAESTRELLI, S. R. P. *Qual a relação existente entre DNA, cromossomos e genes? Conceitos identificados entre alunos das fases iniciais de cursos da área da saúde na UFSC*. In: 47 CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA. *Genetics and Molecular Biology*. Águas de Lindóia, SP. São Paulo: SBG. outubro, 2001. CD-Rom.

MARTINS, C. M. C.; BRAGA, S. A. M. *As explicações dos estudantes sobre o processo de adaptação dos seres vivos*. In: VIII ENCONTRO PERSPECTIVAS DO ENSINO DE BIOLOGIA. São Paulo, 2002. São Paulo: USP. 2002. CD-Rom.

MELLO, C. M.; MOTOKANE, M. T. *O jogo do cromossomo*. In: VI ENCONTRO PERSPECTIVAS DO ENSINO DE BIOLOGIA. São Paulo, 1997. São Paulo: USP, 1997. p.270.

MELLO, C. M.; MOTOKANE, M. T.; TRIVELATO, S. L. S. *Ensino de genética: avaliação de uma proposta inovadora*. In: VI ENCONTRO PERSPECTIVAS DO ENSINO DE BIOLOGIA. São Paulo, 1997. São Paulo: USP, 1997. p.376.

MILDNER, T.; SILVA, A. O ENEM como forma Alternativa ou Complementar aos Concursos Vestibulares no caso das Áreas de Conhecimento “Língua Portuguesa e Literatura”: Relevante ou Passível de Refutação?. Avaliação. *Revista da rede de avaliação institucional da educação superior*. São Paulo: UNICAMP. v.7, n.2, jun 2002. p.49-79.

MORA, I. M. et al. *Existe fundamento genético que justifique a discriminação social?* In: 47 CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA. *Genetics and Molecular Biology*. Águas de Lindóia, SP. São Paulo: SBG. outubro, 2001. CD-Rom.

MORAES, B. A. *A química no ensino médio: contradições entre as propostas curriculares oficiais, o vestibular e o que é ensinado na escola*. Rio de Janeiro, 2002. 130f. Monografia (Especialização em Ensino de Ciências e Biologia) – Curso de Especialização em Ensino de Ciências e Biologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

MOREIRA, L. A. et al. *Opiniões sobre conceitos básicos e avanços tecnológicos em genética humana em amostras da população geral de Salvador - Bahia*. In: 46 CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA. *Genetics and Molecular Biology*. Águas de Lindóia, SP. São Paulo: SBG, v. 23, n.3. september, 2000. p.178.

MOREIRA, L. M. A. et al. *Atividade curricular em comunidade (ACC); uma nova estratégia para o ensino da genética humana*. In: 48 CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA. *Genetics and Molecular Biology*. Águas de Lindóia, SP. São Paulo: SBG. setembro, 2002. CD-Rom.

NASCIMENTO, J. F. M.; ROSA, V. L. *O vestibular e suas implicações nos programas escolares*. In: 48 CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA. *Genetics and Molecular Biology*. Águas de Lindóia, SP. São Paulo: SBG. setembro, 2002. CD-Rom.

NERY, F. C.; RODRIGUEZ, M. B. *Modelos didáticos em genética: uma abordagem concreta da tradução*. In: 44 CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA. *Genetics and Molecular Biology*. Águas de Lindóia, SP. São Paulo: SBG, v. 21, n.3. september, 1998. p.394.

NUNES, F. M. F. et al. *Estratégias para o ensino de genética e inclusão do estudo de genoma na grade curricular do ensino fundamental e médio*. In: 47 CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA. *Genetics and Molecular Biology*. Águas de Lindóia, SP. São Paulo: SBG. outubro, 2001. CD-Rom.

\_\_\_\_. *Genoma: uma ferramenta de ensino*. In: 48 CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA. *Genetics and Molecular Biology*. Águas de Lindóia, SP. São Paulo: SBG. setembro, 2002. CD-Rom.

OLIVEIRA, A. R. *Análise da proposta curricular da disciplina de biologia para o ensino público do Distrito Federal e de sua inserção no currículo de segundo grau da FEDF*. In: VI ENCONTRO PERSPECTIVAS DO ENSINO DE BIOLOGIA. São Paulo, 1997. São Paulo: USP, 1997. p.246.

OLIVEIRA, D. L.; MIRANDOLA, C. C. *Como surgiram os primeiros homens e as primeiras mulheres?* In: VI ENCONTRO PERSPECTIVAS DO ENSINO DE BIOLOGIA. São Paulo, 1997. São Paulo: USP, 1997. p.134.

OMETTO-NASCIMENTO, T. A. et al. *A evolução do ensino de genética no nível médio e a engenharia genética*. In: 46 CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA. *Genetics and Molecular Biology*. Águas de Lindóia, SP. São Paulo: SBG, v. 23, n.3. september, 2000. p.179-180.

\_\_\_\_. *A evolução do ensino de genética no nível médio e a engenharia genética*. In: 47 CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA. *Genetics and Molecular Biology*. Águas de Lindóia, SP. São Paulo: SBG. outubro, 2001. CD-Rom.

PACHECO, R. B. C.; OLIVEIRA, D. L. *O homem evoluiu do macaco? Equívocos e distorções nos livros didáticos*. In: VI ENCONTRO PERSPECTIVAS DO ENSINO DE BIOLOGIA. São Paulo, 1997. São Paulo: USP, 1997. p.131.

PAULA E SILVA, R.; LIGOCKI, E. R. C.; TIDON-SKLORZ, R. *Atividades alternativas para o ensino de evolução do 2º grau*. In: 44 CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA. *Genetics and Molecular Biology*. Águas de Lindóia, SP. São Paulo: SBG, v. 21, n.3. september, 1998. p.395.

PAULINO, W. R. *Biologia*. Série Novo Ensino Médio. Livro do Professor. São Paulo: Editora Ática. 2002. p.439.

PAVAN, O. H. et al. *Evoluindo-Genética: um jogo educativo*. In: 44 CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA. *Genetics and Molecular Biology*. Águas de Lindóia, SP. São Paulo: SBG, v. 21, n.3. september, 1998. p.395.

PICANÇO, V. P. et al. *O estudo do transgênico no ensino médio: uma experiência*. In: 47 CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA. *Genetics and Molecular Biology*. Águas de Lindóia, SP. São Paulo: SBG. outubro, 2001. CD-Rom.

PICININI-TEIXEIRA, M. L.; NASCIMENTO, H. F. *Concepções sobre um conjunto de princípios evolutivos numa amostra de alunos do curso de pedagogia da Universidade Federal de Juiz de Fora - MG*. In: 47 CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA. *Genetics and Molecular Biology*. Águas de Lindóia, SP. São Paulo: SBG. outubro, 2001. CD-Rom.

PICININI-TEIXEIRA, M. L.; TOSTES, B. L.; GOMES, E. A. *O ensino da genética e a construção de modelos*. In: 48 CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA. *Genetics and Molecular Biology*. Águas de Lindóia, SP. São Paulo: SBG. setembro, 2002. CD-Rom.

PINTO, G. A.; MARTINS, I. *Evolução nos livros didáticos de biologia: uma análise retórica*. In: VIII ENCONTRO PERSPECTIVAS DO ENSINO DE BIOLOGIA. São Paulo, 2002. São Paulo: USP. 2002. CD-Rom.

PORCIUNCULA, C. G. G.; NORATO, D. Y. J.; MARQUES-DE-FARIA, A. P. *O ensino de genética nos cursos de medicina – dados de 42 escolas médicas do país e o cadastro dos professores de genética dos cursos de medicina*. In: 47 CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA. *Genetics and Molecular Biology*. Águas de Lindóia, SP. São Paulo: SBG. outubro, 2001. CD-Rom.

REZNIK, T. *O desenvolvimento do conceito de gene e sua apropriação nos livros didáticos de biologia*. In: VI ENCONTRO PERSPECTIVAS DO ENSINO DE BIOLOGIA. São Paulo, 1997. São Paulo: USP, 1997. p.105.

RIBAS, S. N.; SARMENTO, M. B.; RODRIGUEZ, R. C. C. *Genética no ensino médio e as novas tecnologias*. In: 48 CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA. *Genetics and Molecular Biology*. Águas de Lindóia, SP. São Paulo: SBG. setembro, 2002. CD-Rom.

RIBEIRO, S. C. A visão de professores e alunos das IES hoje. *Seminários Vestibular Hoje*. Ministério da Educação e Secretaria da Educação Superior. Brasília, 1987. p.29-40.

RIBEIRO NETO, A. O vestibular ao longo do tempo: implicações e implicâncias. *Seminários Vestibular Hoje*. Ministério da Educação e Secretaria da Educação Superior. Brasília, 1987. p.17-27.

RICARDO, E. C. *As ciências no ensino médio e os parâmetros curriculares nacionais: da proposta à prática*. Florianópolis, 2001. 172f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Curso de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Santa Catarina.

RIPOLL, D.; WORTMANN, M. L. C. *A genética e a biotecnologia na mídia impressa: o que a educação tem a ver com isso?* In: VIII ENCONTRO PERSPECTIVAS DO ENSINO DE BIOLOGIA. São Paulo, 2002. São Paulo: USP. 2002. CD-Rom.

RODINI, E. S. O.; SOUZA, A. R. *A genética médica no currículo de escolas do segundo grau.* In: 45 CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA. *Genetics and Molecular Biology*. Gramado, RS. São Paulo: SBG, v. 22, n.3. october, 1999. p.798.

ROSA, J. E., BAYER, E. *Estudo comparado entre o primeiro e o segundo concurso vestibular único e unificado da universidade federal de santa catarina.* Florianópolis: Editora da Universidade, 1971.

ROSA, V. L. *Genética humana e educação: discutindo ética com estudantes universitários brasileiros.* In: I ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS. Águas de Lindóia, SP. São Paulo, 1997. p.661.

\_\_\_\_\_. *Testes genéticos e o ensino de genética humana: o que pensam nossos futuros profissionais de saúde?* In: 44 CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA. *Genetics and Molecular Biology*. Águas de Lindóia, SP. São Paulo: SBG, v. 21, n.3. september, 1998. p.394.

\_\_\_\_\_. *O conceito de doença genética através dos tempos: uma bordagem histórico-epistemológica.* In: 45 CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA. *Genetics and Molecular Biology*. Gramado, RS. São Paulo: SBG, v. 22, n.3. october, 1999. p.800.

ROSA, V. L.; ORLANDI, R. *Convivendo com a fibrose cística: organização de um material educativo para a associação catarinense de assistência ao mucoviscidótico.* In: 48 CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA. *Genetics and Molecular Biology*. Águas de Lindóia, SP. São Paulo: SBG. setembro, 2002. CD-Rom.

ROSA, V. L. et al. *O tema evolução entre professores de biologia não-licenciados: dificuldades e perspectivas.* In: VIII ENCONTRO PERSPECTIVAS DO ENSINO DE BIOLOGIA. São Paulo, 2002. São Paulo: USP. 2002. CD-Rom.

SAMPAIO, M. M. F. *Um gosto amargo de escola: relações entre currículo, ensino e fracasso escolar.* São Paulo: EDUC, 1998. p.317.

SANCHEZ, A. Os Parâmetros Curriculares Nacionais e as críticas apresentadas. *Pátio*. n.0. p.13-18. fev/abr 1997.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado de Educação e do Desporto. *Proposta Curricular de Santa Catarina: Educação Infantil, Ensino fundamental e Médio.* Disciplinas Curriculares. Florianópolis: Cogen, 1998.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Estado de Educação e do Desporto. *Diretrizes 3: organização da prática escolar na educação básica: conceitos científicos essenciais, competências e habilidades*. Florianópolis: Diretoria de Ensino Fundamental/Diretoria de Ensino Médio, 2001. p.130.

SANTOS, A. L. N. *Como o DNA envia sua mensagem?* In: V ENCONTRO PERSPECTIVAS DO ENSINO DE BIOLOGIA. São Paulo, 1994. São Paulo: USP, 1994. p.47.

SANTOS, C. M. et al. *Concepção de gene do ensino de graduação de ciências biológicas*. In: 48 CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA. *Genetics and Molecular Biology*. Águas de Lindóia, SP. São Paulo: SBG. setembro, 2002. CD-Rom.

SANTOS, S.; SIEDSCHLAG, A. C. *As produções artísticas e as idéias cotidianas sobre a evolução dos seres vivos*. In: VIII ENCONTRO PERSPECTIVAS DO ENSINO DE BIOLOGIA. São Paulo, 2002. São Paulo: USP. 2002. CD-Rom.

SANTOS FILHO, J. C. Escopo da seletividade ao Ensino Superior. *Seminários sobre o vestibular: dilemas do acesso ao ensino superior no Brasil*. Pontífica Universidade Católica do Rio de Janeiro, 1980. p.14-31.

SANTOS, S. C.; BIZZO, N. M. V. *Como os estudantes entendem a evolução biológica?* In: VI ENCONTRO PERSPECTIVAS DO ENSINO DE BIOLOGIA. São Paulo, 1997. São Paulo: USP, 1997. p.124.

SCHEID, N. L.; PANSERA-DE-ARAÚJO, M. C. *O ensino de genética e as implicações éticas no currículo escolar*. In: 47 CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA. *Genetics and Molecular Biology*. Águas de Lindóia, SP. São Paulo: SBG. outubro, 2001. CD-Rom.

\_\_\_\_\_. *A visão antropocêntrica como um elemento complicador do ensino de genética*. In: 48 CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA. *Genetics and Molecular Biology*. Águas de Lindóia, SP. São Paulo: SBG. setembro, 2002a. CD-Rom.

\_\_\_\_\_. *O conhecimento genético e a prática de ensino em biologia*. In: VIII ENCONTRO PERSPECTIVAS DO ENSINO DE BIOLOGIA. São Paulo, 2002. São Paulo: USP. 2002b. CD-Rom.

SEPEL, L. M. N.; LORETO, E. L. S. *Adaptação e contextualização de temas para o ensino de genética molecular*. In: 45 CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA. *Genetics and Molecular Biology*. Gramado, RS. São Paulo: SBG, v. 22, n.3. outubro, 1999. p.802.

\_\_\_\_\_. *Programa de atualização continuada em genética e biologia molecular*. In: 47 CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA. *Genetics and Molecular Biology*. Águas de Lindóia, SP. São Paulo: SBG. outubro, 2001. CD-Rom.

SILVA, T., OLIVEIRA, V., BELLO, V. *Concepções de genética dos alunos do ensino fundamental e médio*. In: 45 CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA. *Genetics and Molecular Biology*. Gramado, RS. São Paulo: SBG, v.22, n.3, 1999. p.796.

SILVEIRA, R. V. M.; AMABIS, J. M. *Os seres vivos possuem células? O que respondem os alunos do ensino médio após um curso de genética*. In: 48 CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA. *Genetics and Molecular Biology*. Águas de Lindóia, SP. São Paulo: SBG. setembro, 2002. CD-Rom.

SILVEIRA, R. V. M.; OLIVEIRA, F. B. *Avaliação da atividade “testando o DNA” – uma proposta para o ensino de genética com temas atuais*. In: 47 CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA. *Genetics and Molecular Biology*. Águas de Lindóia, SP. São Paulo: SBG. outubro, 2001. CD-Rom.

SIQUEIRA JÚNIOR, S.; SIQUEIRA, D. M.; ANANIAS, F. *Software para montagem de ideograma*. In: 45 CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA. *Genetics and Molecular Biology*. Gramado, RS. São Paulo: SBG, v. 22, n.3. outubro, 1999. p.803.

SLONGO, I. *História da ciência e ensino: contribuições para a formação do professor de biologia*. Florianópolis, 1996. 138f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Curso de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Santa Catarina.

SOUZA, M. I. M. *Análise de propostas curriculares*. In: 17 REUNIÃO ANUAL ANPED. 23-27 out, 1994.

SOUZA, P. N. P. *Como entender e aplicar a nova LDB (lei n. 9.394/96)*. São Paulo: Pioneira, 1997.

SOUZA, I. R.; FERRARI, N. *Simulação do processo de tradução, através de um modelo*. In: 44 CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA. *Genetics and Molecular Biology*. Águas de Lindóia, SP. São Paulo: SBG, v. 21, n.3. setembro, 1998. p.394.

SOUZA, E. A.; LEYSER DA ROSA, V. *Conhecimentos e opiniões sobre genética humana de estudantes de biologia*. In: 46 CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA. *Genetics and Molecular Biology*. Águas de Lindóia, SP. São Paulo: SBG, v. 23, n.3. setembro, 2000. p.177.

STURION, L. *Um instrumento de seleção e classificação de candidatos à admissão a uma instituição de Ensino Superior*. Florianópolis, 2001. 143f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina.

TAJARA, E. H. et al. *Alimentos transgênicos: uma pesquisa de opinião*. In: 45 CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA. *Genetics and Molecular Biology*. Gramado, RS. São Paulo: SBG, v. 22, n.3. october, 1999. p.803.

TEIXEIRA, G. A. P. B.; SANTOS, A. L. N.; SOARES, J. M. *Proporções no ensino de imunologia e genética*. In: V ENCONTRO PERSPECTIVAS DO ENSINO DE BIOLOGIA. São Paulo, 1994. São Paulo: USP, 1994. p.172.

TOLEDO, M. I. M.; MARTINS, C. M. C. *Equívocos conceituais de genética apresentados por professores do ensino médio*. In: VIII ENCONTRO PERSPECTIVAS DO ENSINO DE BIOLOGIA. São Paulo, 2002. São Paulo: USP. 2002. CD-Rom.

TRIVELATO, S. *O ensino de genética em uma escola de 2º grau*. In: III ENCONTRO PERSPECTIVAS DO ENSINO DE BIOLOGIA. São Paulo: USP, 1988a. p.388.

\_\_\_\_\_. *Ensino de genética: um novo ponto de vista*. São Paulo: Faculdade de Educação. 1988b. p.86.

TRIVIÑOS, A. N. S. *Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação*. São Paulo: Atlas. 1987. p.175.

TURCINELLI, S. R. et al. *A transmissão do conhecimento científico da universidade para a sociedade*. In: 47 CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA. *Genetics and Molecular Biology*. Águas de Lindóia, SP. São Paulo: SBG. outubro, 2001. CD-Rom.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. *Guia do Vestibulando*. Comissão Permanente do Vestibular – Coperve. Vestibular UFSC 2002.

VALADARES, B. L. B. *Utilização de modelos didáticos para demonstrar recombinação e alterações na estrutura cromossômica*. In: 45 CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA. *Genetics and Molecular Biology*. Gramado, RS. São Paulo: SBG, v. 22, n.3. october, 1999. p.797.

VALOTTA, L. A. et al. *Frequência de genes em populações: subsídios para o ensino de evolução e seleção natural*. In: VII ENCONTRO PERSPECTIVAS DO ENSINO DE BIOLOGIA. São Paulo, 2000. São Paulo: USP, 2000. p.837.

VIDOTTO, A. et al. *A conversão do saber científico na área de genética em conteúdo de ensino: um exercício de análise*. In: 48 CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA. *Genetics and Molecular Biology*. Águas de Lindóia, SP. São Paulo: SBG. setembro, 2002. CD-Rom.

WACHOWICZ, L. A.; ROMANOWSKI, J. P. Avaliação: que Realidade é essa? Avaliação. *Revista da rede de avaliação institucional da educação superior*. São Paulo: UNICAMP. v.7, n.2, jun 2002.

WUO, M. *Leitura de artigo científico no ensino de genética*. In: 48 CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA. *Genetics and Molecular Biology*. Águas de Lindóia, SP. São Paulo: SBG. setembro, 2002. CD-Rom.

## **ANEXOS**

## ANEXOS

<b>Anexo 1</b>	PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS DO ENSINO MÉDIO – PARTE REFERENTE À DISCIPLINA DE BIOLOGIA.....	124
<b>Anexo 2</b>	PROPOSTA CURRICULAR DE SANTA CATARINA – PARTE REFERENTE À DISCIPLINA DE BIOLOGIA.....	129
<b>Anexo 3</b>	GUIA DO VESTIBULANDO 2002 – ORIENTAÇÃO DA DISCIPLINA DE BIOLOGIA.....	133
<b>Anexo 4</b>	AS QUESTÕES DE GENÉTICA DOS VESTIBULARES DA UFSC, 1991 A 2001.....	136
<b>Anexo 5</b>	AS QUESTÕES DE GENÉTICA – PROVA DA UFSC DE 1971.....	147

## **ANEXO 1**

### **PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS DO ENSINO MÉDIO – PARTE REFERENTE À DISCIPLINA DE BIOLOGIA**









## **ANEXO 2**

**PROPOSTA CURRICULAR DE SANTA CATARINA – PARTE  
REFERENTE À DISCIPLINA DE BIOLOGIA**







## **ANEXO 3**

**GUIA DO VESTIBULANDO 2002 – ORIENTAÇÃO DA DISCIPLINA  
DE BIOLOGIA**





## ANEXO 4

### AS QUESTÕES DE GENÉTICA DOS VESTIBULARES DA UFSC, 1991

A 2001

As alternativas registradas em **negrito** correspondem às corretas, e o valor do gabarito está representado dentro de colchetes após cada questão.

1991

07) No homem, a altura e a cor da pele são exemplos de características genéticas, determinadas por uma série de genes em locos diferentes, que apresentam uma distribuição contínua de variação fenotípica. Essas características são condicionadas por herança do tipo:

- 01. polialélica.
- 02. poligênica.
- 04. autossômica recessiva.
- 08. quantitativa.
- 16. codominante.

[10]

08) Nas aves, as fêmeas constituem o sexo heterogamético ZW, e os machos, o sexo homogamético ZZ. O gene “B” que determina plumagem colorida, é dominante sobre o “b”, que determina plumagem branca. Tais genes ligam-se ao cromossomo Z. Assim sendo, pergunta-se: Do cruzamento entre fêmeas coloridas e machos brancos, qual a percentagem esperada de fêmeas coloridas?

[00]

09) A mutação é um processo importante para a evolução dos seres vivos. Com relação a mutação, é VERDADEIRO afirmar que:

- 01. ela só pode ocorrer espontaneamente.
- 02. se for deletéria, a seleção natural agirá de forma a aumentar sua frequência.
- 04. sem ela, a evolução orgânica não ocorreria.
- 08. ela só será exposta a seleção natural, quando se manifestar no fenótipo.
- 16. ela ocorre ao acaso.

[28]

1992

04) Considere a seqüência do RNA mensageiro (RNAm), com seus seis códons:

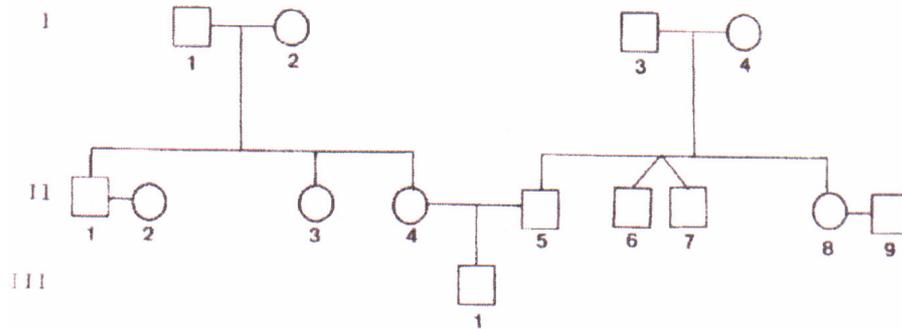
RNAm	G	U	G	C	C	C	A	A	G	A	G	C	U	A	C	U	U	U
	códon 1			códon 2			códon 3			códon 4			códon 5			códon 6		

Assinale as proposições que associam CORRETAMENTE os códons acima com os anti-códons presentes no RNA transportador.

- 01. códon 1 – anti-códon CAC
- 02. códon 2 – anti-códon GGG
- 04. códon 3 – anti-códon TUC
- 08. códon 4 – anti-códon UCG
- 16. códon 5 – anti-códon TUG
- 32. códon 6 – anti-códon AAA

[43]

07) Considere o heredograma abaixo e responda CORRETAMENTE



- 01. o indivíduo I-2 é avó materna de III-1.
- 02. o indivíduo II-1 é irmão da mãe de III-1.
- 04. II-6 e II-7 são irmãos gêmeos.
- 08. II-8 é tia de III-1.
- 16. o indivíduo I-3 é pai de II-9.
- 32. I-1 e I-2 tiveram quatro filhos.

[15]

08) Um casal de cobaias de cor escura, de mesmo genótipo, foi mantido em uma gaiola e produziu 6 indivíduos de cor escura e 2 indivíduos albinos. Esse caráter é condicionado por, apenas, um par de alelos. A partir dessas informações, é CORRETO afirmar:

- 01. ambos os progenitores têm genótipo heterozigoto.
- 02. o genótipo escuro é mais resistente.
- 04. dois terços da prole escura é heterozigota.
- 08. o gene que condiciona o fenótipo escuro é dominante sobre o gene que condiciona o fenótipo albino.
- 16. todos os descendentes albinos são homozigotos.

[29]

1993

07) O padrão de pelagem em coelhos é condicionado por uma série alélica, constituída por 4 alelos:

C - padrão aguti       $c^{ch}$  - padrão chinchila       $c^h$  - padrão himalaia       $c^a$  - padrão albino

O alelo C é dominante sobre todos os demais, o alelo  $c^{ch}$  é dominante sobre  $c^h$  e  $c^a$  e, finalmente, o  $c^h$  é dominante em relação ao  $c^a$ . Baseado nessas informações, assinale a(s) proposição(ões) VERDADEIRA(S).

- 01. a descendência de um cruzamento entre coelhos aguti e chinchila poderá ter indivíduos aguti, chinchila e albino.
- 02. do cruzamento entre indivíduos com padrão himalaia poderão surgir indivíduos himalaia e albino.
- 04. o cruzamento entre coelhos albinos originará, sempre, indivíduos fenotipicamente semelhantes aos pais.
- 08. coelhos aguti, chinchila e himalaia poderão ser homozigotos ou heterozigotos.
- 16. todo coelho albino será homozigoto.

[31]

08) Na espécie humana, o daltonismo é uma anomalia herdável, relacionada com a visão das cores. O gene para o daltonismo é recessivo e ligado ao cromossomo X. É CORRETO afirmar, em relação ao daltonismo:

- 01. uma mulher daltônica deve ter pai e mãe daltônicos.
- 02. uma mulher normal pode ser filha de pai daltônico e mãe normal.
- 04. um homem daltônico sempre tem pai também daltônico.
- 08. um homem normal pode transmitir o gene do daltonismo para seus filhos homens.
- 16. um homem daltônico pode ter mãe normal.

[18]

09) Os dinossauros são um dos grupos animais que mais fascina as pessoas. Extintos há muito tempo, sempre são lembrados.

Em relação a esse grupo, é CORRETO afirmar que:

- 01. foram contemporâneos da espécie humana durante milênios.
- 02. eram nascidos de ovos.
- 04. existiram tipos herbívoros e tipos carnívoros.
- 08. o tamanho variava desde animais pequenos até animais gigantes.
- 16. originaram os anfíbios modernos.
- 32. nunca foi registrado um vestígio de fósseis desses animais em território brasileiro.
- 64. extinguiram-se há mais de 60 milhões de anos.

[78]

10) Os mecanismos de isolamento reprodutivo podem ser definidos como “propriedades biológicas de indivíduo que impedem o cruzamento entre indivíduos de populações real ou potencialmente simpátricas”. Esses mecanismos podem ser classificados como pré-copulatórios (impedem a cópula) ou pós-copulatório (impedem ou reduzem o sucesso de descendência).

Em relação a esse tema, assinale a(s) proposição(ões) VERDADEIRA(S):

- 01. O isolamento estacional ocorre quando existem diferenças nas épocas reprodutivas; portanto, trata-se de um mecanismo pré-copulatório.
- 02. O isolamento mecânico baseia-se em diferenças nos órgãos reprodutores, que os torna incompatíveis, sendo mais um exemplo de mecanismo pré-copulatório.
- 04. A inviabilidade do híbrido e a esterilidade do híbrido são dois mecanismos que ilustram o tipo pós-copulatório.
- 08. O isolamento etológico (de comportamento) é um mecanismo do tipo pré-copulatório, específico para os animais.
- 16. Os mecanismos pré-copulatórios são muito importantes, pois evitam o desperdício de gametas.
- 32. A mortalidade do zigoto, leva à morte do embrião, devido ao desenvolvimento irregular do mesmo, o que é, também, um mecanismo pré-copulatório.
- 64. O isolamento reprodutivo total entre duas espécies, em geral, depende de vários fatores.

[95]

## 1994

05) Em *Mirabilis jalapa* planta conhecida pelo nome vulgar de Maravilha, existem 3 tipos de coloração das pétalas das flores: branca, vermelha e rosa. Ao serem cruzadas plantas de flores brancas com plantas de flores vermelhas, origina-se uma prole 100% rosa. Do cruzamento dessas últimas obtêm-se, na descendência, plantas com flores rosa, vermelhas ou brancas. Baseado nisso, assinale a(s) proposição(ões) VERDADEIRA(S):

- 01. o caráter em questão é condicionado por um gene autossômico.
- 02. existem dois alelos, envolvidos no padrão de coloração dessas flores, que exibem uma relação típica de codominância.
- 04. as flores rosa são heterozigotas.
- 08. as flores brancas e vermelhas são homozigotas.
- 16. do cruzamento entre plantas com flores vermelhas e plantas com flores rosa, espera-se que 50% da descendência apresente flores vermelhas e o restante flores rosa.
- 32. da autopolinização de flores brancas não poderão se originar plantas com flores vermelhas ou rosa

[63]

06) Associe as colunas e assinale a(s) proposição(ções) que apresenta(m) associação(ções) CORRETA(S):

- |                           |  |
|---------------------------|--|
| (A) “crossing-over”       | (I) local ocupado por um gene no cromossomo    |
| (B) alelo dominante       | (II) gene que se expressa em heterozigose      |
| (C) locus                 | (III) apresentam a mesma seqüência gênica      |
| (D) homozigoto            | (IV) indivíduo sem variação alélica            |
| (E) fenótipo              | (V) forma como um caráter se expressa          |
| (F) cromossomos homólogos | (VI) troca do segmentos entre cromátides-irmãs |
| (G) mutação               | (VII) alteração do material genético           |

01. A - VI

**02. B - II**

04. C - V

08. D - I

16. E - IV

**32. F - III**

**64. G - VII**

[98]

07) Em relação ao processo evolutivo, assinale a(s) proposição(ções) VERDADEIRA(S):

**01.** ele, em geral, ocorre pelo lento acúmulo de pequenas modificações que sofreram seleção natural.

**02.** tem como sua única fonte de variabilidade a mutação.

**04.** utiliza, para basear seus estudos, dentre outras, a anatomia e a embriologia comparada.

**08.** registros fósseis e recapitulação filogenética são, também, bases para seu estudo.

16. não considera dados paleontológicos.

**32.** estudos com radioisótopos são importantes para determinação da idade dos fósseis.

[47]

## 1995

08) Existem algumas características genéticas que se expressam apenas em um dos sexos, como por exemplo, a capacidade de postura de ovos em galinhas. Os galos, apesar de não expressarem esse caráter, muitas vezes são portadores de alelos para uma alta produção de ovos, podendo transmiti-los a suas filhas. Suponha que esse caráter seja determinado por apenas um par de alelos autossômicos, A e a, com o primeiro determinando uma alta capacidade de postura e sendo completamente dominante sobre o segundo, que condiciona uma baixa capacidade de postura. Baseado nisso, assinale a(s) proposição(ções) VERDADEIRA(S):

**01.** trata-se de uma herança conhecida como limitada ao sexo.

02. fêmeas com alta produtividade de ovos, necessariamente, são homozigotas para o alelo A.

**04.** machos homozigotos para o alelo A darão origem a fêmeas com alta capacidade de postura, independente do genótipo de sua parceira.

**08.** nas fêmeas, três diferentes genótipos podem surgir, porém, apenas dois fenótipos diferentes poderão se expressar.

**16.** as fêmeas podem passar alelos de alta capacidade de postura a suas netas, através de seus filhos machos.

32. nos machos, apenas um genótipo, o homozigoto recessivo, é possível de ser formado.

[29]

09)

SORO	AMOSTRAS DE SANGUE DOS INDIVÍDUOS			
	1	2	3	4
SANGUE A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SANGUE B	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SANGUE O	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

■: hemácias aglutinadas.

□: hemácias não aglutinadas.

A partir da análise do esquema acima, assinale a(s) proposição(ões) VERDADEIRA(S).

01. o grupo sangüíneo do indivíduo 1 é do tipo A.  
02. o grupo sangüíneo do indivíduo 4 é do tipo O.  
04. o indivíduo 2 não possui anticorpos anti A e anti B.  
08. o indivíduo 3 pode doar sangue para os indivíduos 1 e 4 sem qualquer problema.  
16. o indivíduo 4 possui antígenos A e B.  
32. o padrão de herança genética do sistema ABO é do tipo polialelia.  
[49]

10) Além do sistema ABO, tratado na questão anterior, o fator Rh humano forma um outro sistema de grupo sangüíneo. Em relação ao fator Rh, é CORRETO afirmar:

01. o caráter Rh+ é dominante em relação ao Rh-.  
02. casais Rh+ nunca poderão ter filhos Rh-.  
04. foi descoberto em estudos no sangue de macacos Rhesus.  
08. a eritroblastose fetal é um importante problema de incompatibilidade materno-fetal, vinculado a ele.  
16. não é levado em consideração em transfusões de sangue.  
32. é um dos critérios analisados em testes de exclusão de paternidade.  
[45]

11) A curiosidade de saber como a vida surgiu na face da Terra é uma constante na maioria das pessoas. Assinale a(s) proposição(ões) que relaciona(m) CORRETAMENTE as colunas:

- |                                  |  |
|----------------------------------|--|
| I - Teoria da geração espontânea | A. Os primeiros seres vivos surgiram na Terra e devem ter sido incapazes de sintetizar seu próprio alimento. |
| II - Teoria Cosmozóica           | B. Os seres vivos originam-se a partir de elementos do meio.   |
| III - Teoria Heterotrófica       | C. Organismos extraterrestres instalaram-se na Terra e aqui implantaram a vida.                              |
| IV - Teoria Criacionaísta        | D. Os seres vivos originaram-se por obra de um ser divino.   |

01. I - B  
02. II - C  
04. III - A  
08. IV - D  
[15]

1996

04) Clones são seres vivos obtidos pelo desenvolvimento de células retiradas de indivíduos já existentes. A clonagem é um processo que vem sendo desenvolvido rapidamente com vários organismos e, em humanos, encontra barreiras de ordem ética. Sobre esse processo é CORRETO afirmar:

01. os clones são como irmãos gêmeos fraternos do doador das células.  
02. o material genético do doador das células e do clone é idêntico.

04. se o doador das células possuir um defeito genético, como o albinismo, seu clone possuirá, também, essa anomalia.

08. órgãos transplantados do clone para o doador das células serão sempre rejeitados.

16. já existem seres humanos que foram originados e desenvolvidos plenamente por clonagem.

32. se o doador de células sofrer a perda de um membro antes de ser realizada a clonagem, o organismo originado posteriormente, por esse processo, nascerá sem o referido membro.

[06]

07) Considerando inclusive a possibilidade de permuta genética, um indivíduo portador do genótipo  $\frac{ABD}{abD}$  poderá produzir os seguintes gametas.

01. portador apenas de A ou a, sem alelos B e D.

02. a b D

04. portador apenas de B ou b, sem alelos A e D.

08. A B D

16. a B D

32. portador apenas de D, sem alelos A e B.

64. A b D

[90]

08) Numa dada espécie, um indivíduo trissômico apresenta um cariótipo contendo 97 cromossomos. Assinale no cartão-resposta o número de cromossomos que deve ser encontrado em um espermatozóide normal dessa espécie.

[48]

09) Em espécies diferentes, órgãos homólogos, são aqueles que, sendo diferentes na forma, possuem a mesma origem embrionária, podendo ter ou não a mesma função, enquanto os órgãos análogos são aqueles que, possuindo origem embrionária diferente, pela evolução convergente, possuem forma e função semelhantes. Assinala as proposições que apresentam associações CORRETAS entre a coluna da direita e a coluna da esquerda.

I - órgãos análogos

II - órgãos homólogos

(A) asa do morcego e nadadeira da baleia.

(B) espinho da laranjeira e acúleo da roseira.

(C) folha da goiabeira e espinho dos cactos.

(D) asa da abelha e asa do morcego.

(E) braço humano e nadadeira da baleia.

(F) acúleos da roseira e espinho dos cactos.

01. I - A

02. I - B

04. II - C

08. II - E

16. I - D

32. II - F

[30]

18) Assinale a ÚNICA proposição CORRETA. Em um indivíduo daltônico, do sexo masculino, o gene para o daltonismo encontra-se:

01. em todas as células somáticas.

02. em todas as células gaméticas.

04. apenas nas células do globo ocular.

08. apenas nas células-mãe dos gametas.

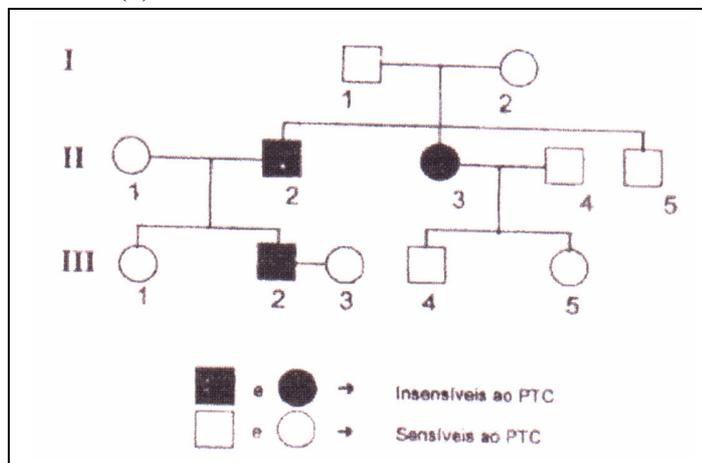
16. apenas nos gametas com cromossomo y.

[01]

03) Em uma determinada espécie animal, o número total de cromossomos, por célula somática, é igual a 48. Baseado nisso, assinale a(s) proposição(ões) VERDADEIRA(S).

- 01. o número haplóide dessa espécie é 48.
  - 02. nas células sexuais, o número de cromossomos é igual a 12.
  - 04. em caso de poliploidia, o número de cromossomos, por célula, fica abaixo do número diplóide.
  - 08. caso ocorra trissomia em um dos pares cromossômicos, o número de cromossomos passará para 49.
  - 16. uma célula tetraplóide conterá 96 cromossomos.
  - 32. os gametas dessa espécie conterão 24 cromossomos.
- [56]

09) A sensibilidade gustativa ao PTC (Fenil-Tio-Carbamida) é uma característica condicionada por um gene autossômico em humanos. Considerando a genealogia abaixo e descartando a hipótese de mutação, assinale a(s) proposição(ões) VERDADEIRA(S).



- 01. o alelo que condiciona o fenótipo sensível é dominante sobre o alelo que condiciona o fenótipo insensível.
  - 02. os indivíduos I-1 e I-2 são necessariamente heterozigotos.
  - 04. os indivíduos II-2, II-3 e III-2 são necessariamente homozigotos.
  - 08. II-5 não tem qualquer possibilidade de ser heterozigoto.
  - 16. III-1 não pode ser heterozigoto.
  - 32. III-2 e III-3 terão possibilidade de produzir um descendente insensível ao PTC somente se III-3 for heterozigoto.
- [39]

10) Em espécies nas quais existe dimorfismo sexual, a determinação do sexo pode ser do tipo cromossômica ou gênica. Em relação ao primeiro caso, é CORRETO afirmar que:

- 01. o sexo heterogamético é o único em que os cromossomos sexuais ocorrem em dose dupla.
  - 02. o sistema ZZ-ZW, que ocorre em aves, é um exemplo desse tipo de determinação sexual.
  - 04. nos mamíferos, os machos são heterogaméticos.
  - 08. durante a meiose, o sexo heterogamético produzirá dois tipos de gametas cromossomicamente distintos, em relação aos cromossomos sexuais.
  - 16. nos indivíduos heterogaméticos, ocorrerá hemizigose para alguns locos gênicos.
- [30]

## 1998

06) “Logo após a descoberta do fator Rh, Levine associou-a a um tipo de anemia que surge em certos recém-nascidos, conhecida como eritroblastose fetal ou doença hemofílica do recém-nascido”. (CASTRO, N.H.C.; TAGLIAFERRI, T.A.; TAGLIAFERRI, C.M. *Biologia - Volume 2*. Scipione, São Paulo, 1989 pág. 40). Com relação a essa doença, suas causas e seu controle, é CORRETO afirmar que:

- 01. é comum o surgimento de icterícia no bebê.
  - 02. acidentes vasculares, que colocam o sangue materno em contato com o sangue do feto, possibilitam a sensibilização do sangue da mãe, quando esta tiver sangue do tipo Rh negativo e a criança Rh positivo.
  - 04. atualmente, esse problema tem sido mais bem controlado através da aplicação de soro anti-Rh em mulheres que acabam de ter o primeiro filho com sangue que pode gerar tal incompatibilidade.
  - 08. ocorre a destruição de neurônios do bebê.
  - 16. o pai da criança será Rh negativo para que o problema ocorra.
  - 32. em casos graves, pode ocorrer o aborto ou natimorto.
- [47]

07) Considere que, em humanos, a capacidade de enrolar a língua em “U”, covas na face e pigmentação normal de pele são caracteres mendelianos dominantes, enquanto que a incapacidade de enrolar a língua em “U”, a ausência de covas na face e o albinismo são caracteres recessivos. Qual o percentual de indivíduos homocigotos para os três caracteres, nascidos do cruzamento de um homem homocigoto dominante com uma mulher homocigota recessiva? Marque seu resultado no cartão-resposta.

[00]

08) Um dos fatores que altera as frequências gênicas de uma população é a migração. Sobre esse fenômeno, é CORRETO afirmar que:

- 01. a passagem de genes de uma população para outra, através de migração, é conhecida como fluxo gênico.
  - 02. pela migração, novos genes podem ser introduzidos em uma população anteriormente isolada.
  - 04. não é um fator evolutivo.
  - 08. em humanos, a migração nunca influenciou a evolução das populações.
  - 16. pela migração, ocorre a “quebra dos isolados”, quando populações que estavam evoluindo em separado são miscigenadas.
  - 32. através da emigração pode haver perda de variabilidade genética para a população original
- [51]

## 1999

05) “Modernamente, o mutacionismo sofreu alguns acréscimos, foi aperfeiçoado em certos detalhes e se constituiu na nova Teoria Sintética da Evolução, que é a teoria da atualidade para explicar como as espécies se transformaram no tempo e originaram a imensa variedade dos seres que hoje conhecemos”.

(Texto extraído do livro “Biologia - volume único”, de José Luis Soares, 1997, p.286).

Com relação à Teoria Sintética de Evolução, é CORRETO afirmar que:

- 01. considera a seleção natural como fonte de variabilidade genética.
  - 02. as mutações adaptativas ocorrem ao acaso, não admitindo a procura intencional da evolução.
  - 04. o isolamento (geográfico e sexual) é um fato importante para a evolução.
  - 08. a seleção natural não preserva necessariamente os mais aptos.
  - 16. os primeiros seres vivos surgiram por geração espontânea.
- [06]

06) Uma mulher teve uma menina em sua primeira gravidez, ocorrendo o mesmo na sua segunda gestação. Marque no cartão-resposta o percentual esperado de ocorrência desse fato.  
[25]

## 2000

05) Um experimentador cruzou duas linhagens puras de uma planta denominada boca-de-leão, uma constituída de plantas com flores brancas e outra com flores vermelhas. A descendência originada ( $F_1$ ) apresentou apenas plantas com flores cor-de-rosa. Da autofecundação das plantas da  $F_1$ , foram obtidas plantas com flores exclusivamente brancas, vermelhas ou cor-de-rosa. Assinale a(s) proposição(ões) VERDADEIRA(S), considerando que neste experimento:

- 01. ocorreu a segregação de três fenótipos: o branco, o vermelho e o cor-de-rosa.
  - 02. os indivíduos de  $F_1$  eram, certamente, heterozigotos.
  - 04. as linhagens puras, que deram origem ao experimento, certamente apresentam genótipos homozigotos.
  - 08. a proporção genotípica esperada nas plantas de  $F_2$  é: 1 planta com flores cor-de-rosa: 2 plantas brancas: 1 planta vermelha.
  - 16. a  $F_2$  esperada será constituída de 50% de indivíduos homozigotos e 50% de indivíduos heterozigotos.
- [23]

06) Porcos têm sido criados transgenicamente para que seus órgãos possam ser transplantados em homens; cientistas desenvolvem ovelhas “auto-tosquiáveis” isto é, a lã cai sozinha no devido tempo; gens de galinha são introduzidos em batatas, deixando os vegetarianos confusos com a perspectiva de cruzar animais com plantas... CICLO VITAL, vol. 4, 1999, p.14. A citação acima mostra avanços da Engenharia Genética. Assinale a(s) proposição(ões) VERDADEIRA(S) sobre a transgenia e suas implicações com relação à saúde e ao meio ambiente.

- 01. os organismos transgênicos são aqueles que recebem segmentos de DNA da mesma espécie.
  - 02. os genes alienígenas permitem ao organismo receptor produzir substâncias que nunca produziram em condições naturais.
  - 04. os alimentos transgênicos não representam nenhuma ameaça à saúde humana, e por isso não necessitam ser testados em outras espécies de animais, antes de chegarem ao homem.
  - 08. a produção de insulina, a partir da transferência de genes humanos para bactérias, que passam, incontinenti, a produzir esse hormônio, é uma das experiências bem sucedidas da transgenia.
  - 16. cientistas interferem na evolução natural das espécies, alterando geneticamente animais e plantas.
  - 32. é fundamental o estabelecimento de limites, tanto por parte dos cientistas como dos governantes, para que as manipulações genéticas não resultem em impactos ambientais irreversíveis.
- [58]

07) Ao formular sua teoria para explicar a evolução dos organismos, o inglês Charles Darwin baseou-se em fatos, tais como:

- 01. em uma espécie, os indivíduos não são exatamente iguais, havendo diferenças que tornam alguns mais atraentes, mais fortes, etc.
  - 02. populações crescem mais depressa do que a quantidade de alimentos necessária para supri-las.
  - 04. caracteres adquiridos são passados às descendências.
  - 08. uso demasiado de uma estrutura leva à hipertrofia da mesma.
  - 16. mutações são muito freqüentes.
- [03]

05) A herança dos tipos sanguíneos do sistema ABO constitui um exemplo de alelos múltiplos (polialelia) na espécie humana. Com relação ao sistema ABO é CORRETO afirmar que:

- 01. o tipo O é muito freqüente e, por este motivo, o alelo responsável por sua expressão é dominante sobre os demais.
  - 02. os indivíduos classificam-se em um dos quatro genótipos possíveis: grupo A, grupo B, grupo AB e grupo O.
  - 04. existem três alelos: o I<sup>A</sup>, o I<sup>B</sup> e o i.
  - 08. os alelos I<sup>A</sup> e I<sup>B</sup> são co-dominantes.
  - 16. se um indivíduo do grupo A for heterozigoto, ele produzirá gametas portadores de I<sup>A</sup> ou de i.
  - 32. os indivíduos de tipo sanguíneo O possuem aglutinogênios em suas hemácias, porém não possuem aglutininas no plasma.
  - 64. em alguns cruzamentos, entre indivíduos do grupo A com indivíduos do grupo B, é possível nascerem indivíduos do grupo O.
- [92]

06) “A revanche veio na quinta-feira [06/04] passada. Depois do susto provocado no começo da semana pelos percalços jurídicos da Microsoft..., a Nasdaq, o pregão eletrônico das empresas de alta tecnologia, voltou a respirar, (...). O oxigênio foi dado pelo anúncio de que cientistas americanos tinham chegado ao fim do rastreamento de um dos sonhos da medicina nesta virada de século: o mapeamento do genoma humano,...”  
Trecho extraído do artigo: Genoma: o primeiro esboço do mapa da vida, publicado na Revista Época, 10/04/2000. p.123.

Com relação a esse assunto, é CORRETO afirmar que:

- 01. o referido genoma está contido nos cromossomos.
  - 02. a molécula sequenciada é o DNA.
  - 04. apenas quatro bases nitrogenadas - a Adenina, a Citosina, a Guanina e a Uracila são possíveis de serem encontradas nesse mapeamento.
  - 08. esse mapeamento já permitiu aos cientistas saberem a localização de todos os genes humanos.
  - 16. um dos resultados possíveis dessa descoberta será a cura, no futuro, de algumas doenças genéticas, através da terapia gênica.
- [19]

07) O conhecimento do processo evolutivo é fundamental para a compreensão da vida. O estudo de fósseis é uma importante evidência de que a evolução dos organismos ocorreu.

Com relação a esse assunto, é CORRETO afirmar que:

- 01. fósseis são restos ou vestígios de seres que viveram no passado.
  - 02. os tipos de fósseis encontrados em determinada camada de solo refletem a flora e a fauna existentes no local, por ocasião da formação das rochas.
  - 04. a partir de uma parte do corpo, de uma pegada ou de uma impressão corporal, é possível deduzir o tamanho e a forma dos organismos que as deixam.
  - 08. o método do carbono 14 auxilia na determinação da idade de um fóssil.
  - 16. não foram encontrados, até o momento, registros fósseis no sul do Brasil.
- [15]

## ANEXO 5

### AS QUESTÕES DE GENÉTICA – PROVA DA UFSC DE 1971

A alternativa sublinhada corresponde à correta.

21. Ao examinar uma geração de indivíduos descendentes de pais heterozigotos para um determinado caráter com dominância entre dois genes alternativos, você pode concluir:
- a) que o número de genótipos é igual ao número de fenótipos.
  - b) é possível conhecer o genótipo através dos fenótipos dos indivíduos.
  - c) que todos os genótipos são fenotipicamente diferentes.
  - d)** que o heterozigoto é fenotipicamente igual a um dos homozigotos.
  - e) que o gene recessivo sempre está em maior proporção na população do que o dominante.
22. Ao realizarmos a transfusão sangüínea do grupo O para o grupo sangüíneo AB, o receptor não tem prejuízo, mas se fizermos o inverso o indivíduo poderá morrer por causa da aglutinação. Isto significa que:
- a) na primeira transfusão o sangue doador contém aglutinógenos.
  - b) o grupo AB não contém aglutinógenos.
  - c)** as aglutininas do receptor aglutinam o sangue do doador.
  - d) os aglutinógenos do doador aglutinam os aglutinógenos do receptor.
  - e) o grupo sangüíneo O não possui aglutininas.
23. Ainda em relação à autoperpetuação das espécies, Mendel foi o primeiro a decifrar satisfatoriamente o enigma das semelhanças e diferenças entre pais e filhos. Estabeleceu as leis da genética, das quais a segunda refere-se:
- a) a um par de genes alelos localizados em dois pares cromossômicos diferentes.
  - b) a dois pares de genes alelos localizados em um par cromossômico.
  - c) aos caracteres vinculados ao sexo.
  - d) ao crossing-over.
  - e)** a dois pares de genes alelos localizados em dois pares cromossômicos diferentes.
24. A afirmação de que os caracteres adquiridos são herdados encontra-se:
- a) no fixismo.
  - b)** no lamarquismo.
  - c) no mutacionismo.
  - d) no darwinismo.
  - e) no neo-darwinismo.
25. Assinale as afirmações corretas sobre as mutações.
- a) uma modificação no código genético ocasionará modificação fenotípica independentemente do transporte da informação pelo RNA.
  - b) as mutações são sempre benéficas e independentes do meio em que se verificam.
  - c)** existem mutações benéficas em certo meio e malélicas em outro.
  - d) cada informação fenotípica é condicionada exclusivamente pela modificação de um gene.
  - e) modificações na síntese de uma enzima não implicarão na qualidade das proteínas estruturais resultantes.