

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

FABÍOLA TYSZKA MARTINEZ

GENÉTICA NO ENSINO MÉDIO E SUA ABORDAGEM NO ENEM E NOS EXAMES  
VESTIBULARES DE UNIVERSIDADES FEDERAIS DO SUL DO BRASIL

CURITIBA

2011

FABÍOLA TYSZKA MARTINEZ

GENÉTICA NO ENSINO MÉDIO E SUA ABORDAGEM NO ENEM E NOS EXAMES  
VESTIBULARES DE UNIVERSIDADES FEDERAIS DO SUL DO BRASIL

Monografia apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Genética para Professores do Ensino Médio, Setor de Ciências Biológicas, Departamento de Genética e Coordenadoria de Integração a Distância da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de especialista.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dra. Nina Amalia Brancia Pagnan

CURITIBA

2011

*Dedico este trabalho ao meu pai Acir e minha vó Marta (in memoriam).*

Agradeço à minha orientadora, professora Dra. Nina Amalia Brancia Pagnan, pela generosidade e auxílio na realização deste trabalho. À minha mãe, Lourdes, meu alicerce, minha fortaleza. Ao meu marido, Marco, pela compreensão da ausência, paciência e amor. Ao meu irmão, Diego, pelo carinho e sugestões prestadas. Às minhas filhas, Millena e Letícia, meus tesourinhos, minha alegria.

Aos meus anjos, sempre me guardando.

## RESUMO

Neste trabalho foram selecionadas questões de Biologia presentes nos processos seletivos do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem) e dos exames vestibulares das Universidades Federais do Paraná (UFPR), de Santa Catarina (UFSC) e do Rio Grande (FURG), no período de 2004 a 2010. Foram identificadas questões com conteúdos pertinentes à área da genética e evolução, num total de 72 questões de Biologia e 19 questões de genética e evolução para a UFPR; 70 questões de Biologia e 22 questões de genética e evolução na UFSC e 105 questões de Biologia e 19 questões de genética e evolução na FURG. No Enem, a triagem obteve um total de 14 questões envolvendo conhecimentos de genética e evolução. Verificou-se a cobrança destes conteúdos de genética observados nas provas, em relação às concepções propostas nos documentos oficiais que regem a educação no Brasil. Para análise, as questões foram categorizadas dentro dos conhecimentos da área da evolução e da área da genética, além de assuntos correlacionados no Ensino Médio, como divisão celular, núcleo celular e ácidos nucleicos. O critério de classificação destas categorias partiu da apreciação individual de cada uma das 74 questões, sendo 53 delas oriundas de conteúdos da genética e 21 questões da categoria evolução. Foi apurado qual conhecimento particular é necessário o candidato dominar, para compreender e responder a pergunta proposta, buscando assim, especificar a natureza das questões de genética. Formou-se um total de 19 categorias, mais a categoria evolução. Verificou-se que 50,9% das questões de genética foram classificadas nas categorias Estrutura e Funcionamento do DNA, Tecnologia do DNA Recombinante - TDR, Interpretação de Heredogramas, Primeira e Segunda Lei de Mendel. Percebeu-se que há uma variação no foco dos conteúdos escolhidos pelas comissões organizadoras que elaboram as provas, pois apenas as categorias Interpretação de Heredogramas, 1ª Lei de Mendel e TDR foram contempladas nos exames de seleção das três universidades. E destas, a categoria TDR foi a única presente também no Enem. Analisando cada instituição individualmente, os destaques foram as categorias Interpretação de Heredogramas, Grupos Sanguíneos e Ligação, na UFPR; Estrutura e Função do DNA, Interpretação de Heredogramas e Grupos Sanguíneos, na UFSC e na FURG, as categorias 2ª Lei de Mendel e Ligação. No Enem, a diversidade temática da genética corresponde a apenas cinco categorias, apresentando foco principal no DNA e nos conhecimentos das novas tecnologias da engenharia genética. Um total de 24,3% das 247 questões de Biologia destes exames de seleção (UFPR, UFSC, FURG) aborda conteúdos das áreas de genética e evolução. No Enem, a média geral foram duas questões a cada ano. Os dados obtidos demonstram o quanto é significativo a cobrança desses temas nas provas de biologia dos exames de seleção para ingresso nas instituições de ensino superior analisadas neste trabalho, sendo uma fonte de orientação aos professores de Biologia que acreditam ser co-responsáveis em preparar o aluno para essa árdua concorrência.

Palavras-chave: Ensino de Biologia. Genética. Evolução. Exames Vestibulares. Enem. MEC.

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – TOTAL DE CITAÇÕES NO TEXTO E A RELAÇÃO ESPAÇO/ NÚMERO POR ELAS OCUPADO NOS LIVROS DIDÁTICOS EM CADA CATEGORIA DA NOVA BIOLOGIA .....	17
TABELA 2 – QUESTÕES E ILUSTRAÇÕES NOS LIVROS DIDÁTICOS REFERENTES A CADA TEMA DA NOVA BIOLOGIA .....	17
TABELA 3 – TOTAL DE QUESTÕES DE BIOLOGIA E DE CONTEÚDOS PERTINENTES À ÁREA DA GENÉTICA E EVOLUÇÃO DOS EXAMES DE VESTIBULAR NO PERÍODO DE 2004 A 2010 DA UFPR .....	22
TABELA 4 – TOTAL DE QUESTÕES DE BIOLOGIA E DE CONTEÚDOS PERTINENTES À ÁREA DA GENÉTICA E EVOLUÇÃO DOS EXAMES DE VESTIBULAR NO PERÍODO DE 2004 A 2010 DA UFSC .....	23
TABELA 5 – TOTAL DE QUESTÕES DE BIOLOGIA E DE CONTEÚDOS PERTINENTES À ÁREA DA GENÉTICA E EVOLUÇÃO DOS EXAMES DE VESTIBULAR NO PERÍODO DE 2004 A 2010 DA FURG .....	23
TABELA 6 – TOTAL DE QUESTÕES DE GENÉTICA E EVOLUÇÃO NOS EXAMES DE VESTIBULAR DAS UNIVERSIDADES NO PERÍODO DE 2004 A 2010 .....	24
TABELA 7 – CATEGORIZAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DOS CONTEÚDOS PERTINENTES À ÁREA DA GENÉTICA PRESENTE NOS PROCESSOS SELETIVOS DAS UNIVERSIDADES ENTRE 2004 E 2010 .....	26
TABELA 8 – TOTAL DE QUESTÕES DE GENÉTICA E EVOLUÇÃO NOS EXAMES DO ENEM NO PERÍODO DE 2004 A 2010 .....	28
TABELA 9 – CATEGORIZAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DOS CONTEÚDOS PERTINENTES À ÁREA DA GENÉTICA PRESENTE NA AVALIAÇÃO DE SELEÇÃO DO ENEM ENTRE 2004 E 2010 .....	29
TABELA 10 – IDENTIFICAÇÃO INDIVIDUALIZADA DAS QUESTÕES DE GENÉTICA CATEGORIZADAS, PRESENTE NOS ANEXOS 1, 2, 3 E 4 .....	30

## LISTA DE SÍMBOLOS

COPERVE – Comissão Permanente do Vestibular

CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade

DCNEM – Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

DNA (ADN) - Ácido desoxirribonucléico

Enem – Exame Nacional do Ensino Médio

Fies – Fundo de Financiamento ao Estudante do Ensino Superior

FURG – Universidade Federal do Rio Grande

INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais “Anísio Teixeira”

LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

MEC – Ministério da Educação

PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais

PCNEM – Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

PCN+ Ensino Médio – Orientações Curriculares Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

PISA – Programa Internacional de Avaliação de Alunos

ProUni – Programa Universidade para Todos

Sisu – Sistema de Seleção Unificada

SNA – Sistema Nacional de Avaliação

TDR – Tecnologia do DNA Recombinante

UFPR – Universidade Federal do Paraná

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	7
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	9
<b>3</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	9
3.1	ENSINO MÉDIO E OS DOCUMENTOS GOVERNAMENTAIS .....	9
	ENEM – PROCESSO SELETIVO PARA O ENSINO SUPERIOR .....	10
3.2.1	EXAME DO ENEM DE 1998 A 2007 – COMPETÊNCIAS E HABILIDADES ..	11
3.2.2	EXAME DO ENEM DE 2008 A 2010 – COMPETÊNCIAS E HABILIDADES...	12
3.3	GENÉTICA NO ENSINO MÉDIO .....	13
<b>4.</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	19
<b>5.</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	21
5.1	CATEGORIZAÇÃO DAS QUESTÕES .....	21
5.2	EXAME DO PROCESSO SELETIVO DAS UNIVERSIDADES FEDERAIS DO PARANÁ, SANTA CATARINA E RIO GRANDE (RS) .....	21
5.2.1	PROVA DE BIOLOGIA E AS QUESTÕES DE GENÉTICA E EVOLUÇÃO ..	21
5.3	EXAME DO PROCESSO SELETIVO DO ENEM .....	27
5.3.1	ESTRUTURAÇÃO DA PROVA DO ENEM .....	27
5.3.2	QUESTÕES QUE ABORDAM GENÉTICA E EVOLUÇÃO NO ENEM .....	27
5.4	ORGANIZAÇÃO GERAL DAS QUESTÕES .....	29
5.5	A GENÉTICA NO ENSINO MÉDIO E A SUA PRESENÇA NOS EXAMES PARA INGRESSO NAS INSTITUIÇÕES SUPERIORES .....	31
5.5.1	CATEGORIAS EM DESTAQUE .....	32
<b>6.</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	38
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	39
	<b>ANEXOS</b> .....	42

## 1. INTRODUÇÃO

Muitos professores do ensino médio encontram-se num dilema na sua docência pedagógica. Os conhecimentos ministrados enfocam um ensino voltado para a formação humana e ética, desenvolvendo no aluno seu pensamento crítico e seu preparo para o mundo do trabalho ou visam um enfoque para almejar o seu ingresso no ensino superior. Acredita-se que o equilíbrio seria o mais sensato, entretanto na prática isso é muito mais complexo.

Segundo Santos e Cortelazzo (2010), a falta de uma finalidade mais explícita do ensino médio, acaba se tornando uma etapa preparatória para o vestibular, não enfatizando o conhecimento integrado e uma formação crítica do aluno apresentando uma dualidade entre formação para o vestibular e outra para cidadania.

O vestibular é caracterizado como exame de admissão às instituições de ensino superior. A prova pode ser realizada por qualquer candidato que tenha concluído o ensino médio, proporcionando um acesso igualitário, onde são proibidas discriminações de origem. Entretanto, este acesso, em especial nas universidades públicas, acaba sendo uma grande barreira para os candidatos que não possuem condições financeiras. A grande maioria destes estudantes, não pode pagar um curso de ensino médio com altos índices de aprovação. E pior ainda, após o término do ensino médio, se torna cada vez mais distante de freqüentar um “cursinho” pré-vestibular pelo custo e pelo tempo disponível, pois a grande maioria já entra no mundo do trabalho sem se qualificar e acaba não cursando o nível superior.

Com os atuais programas do Ministério da Educação (MEC), incluindo diversos incentivos a estes membros da sociedade, entre eles a amplitude dos financiamentos de bolsas, o surgimento das cotas raciais e das cotas para egressos do ensino público, percebe-se em sala de aula que está ocorrendo um aumento da autoestima do aluno, onde visualiza uma real chance de concorrer e conseguir obter sucesso.

A maior parte dos alunos que frequentam o ensino médio em colégios públicos, possivelmente terão neste período, a única oportunidade de adquirir os conhecimentos necessários para competir com o todo. Devido a essa grande influência da cultura do vestibular, muitos docentes sentem-se co-responsáveis por

ênfatizar determinados conteúdos. Esta situação intensifica-se no 3<sup>a</sup> Ano pela própria cobrança do aluno.

Na disciplina de Biologia, normalmente é no 3<sup>o</sup> Ano que se ênfoca a genética e a evolução. Estas são as áreas do conhecimento que tratam o presente trabalho. Segundo Justina, Ferrari e Rosa (2000) e também Banet e Ayuso (2003), o ensino de genética tem sido considerado uma das temáticas mais difíceis de ensinar e aprender.

O professor de Biologia é exposto a situações que demandam posicionamento e explicações adicionais frente a questões emergentes e polêmicas na área da genética em que o próprio aluno traz para sala de aula, até mesmo de forma inesperada, instigados pela forma como as notícias são veiculadas e que muitas vezes, não há domínio suficiente deste conhecimento por parte do professor.

Mas o que ensinar em tão pouco tempo? Como conciliar todo o conteúdo, discutir temas da engenharia genética que invadiram a sociedade através da mídia, preparar o aluno para o vestibular e ainda buscar atualização constante diante destes novos conhecimentos?

Partindo desta inquietação, o trabalho a seguir visa direcionar dentro da disciplina de Biologia, os conteúdos da área da genética que são solicitados nestes exames de seleção. Há muito conteúdo a ser trabalhado numa limitada carga horária, sendo inviável “dar conta” de toda grade curricular com qualidade e aprofundamento.

No decorrer da pesquisa, procurou-se refletir alguns questionamentos, citados a seguir. Como está ocorrendo a cobrança da genética nas provas de biologia em vestibulares de universidades federais e no Enem (Exame Nacional do Ensino Médio). O discurso das Diretrizes e dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) reflete na cobrança destes conteúdos nos exames vestibulares? Quais os temas mais abordados? Estão presentes nas questões dos exames os temas da genética contemporânea?

A partir dos resultados desta pesquisa, o professor pode focar e aprofundar determinados conteúdos da genética e temas afins, considerados eixos articuladores da Biologia frente aos exames de seleção para ingresso nas instituições de ensino superior. Na prática docente, o objetivo maior é fornecer estes dados aos professores de maneira que auxilie a composição das suas prioridades, seu planejamento e encaminhamento destes conteúdos.

## 2. OBJETIVOS

- Investigar quais os conteúdos da genética são cobrados nos exames de vestibulares em universidades federais e no Enem.
- Quantificar as questões presentes nos diferentes ramos da genética e áreas afins dos exames de vestibulares em universidades federais e no Enem.
- Verificar a cobrança destes ensinamentos de genética nos exames de acesso às universidades em relação às concepções propostas nos documentos oficiais que regem a educação no Brasil.

## 3. REVISÃO DE LITERATURA

### 3.1 ENSINO MÉDIO E OS DOCUMENTOS GOVERNAMENTAIS

A Lei de Diretrizes e Bases para a Educação Nacional (LDB), Lei nº 9394 de dezembro de 1996, reformula as bases da estrutura educacional brasileira, do ensino fundamental, médio e superior. “... *tem por finalidade o pleno desenvolvimento do educando, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho*” (art. 2º). O Ensino de 2º grau tornou-se Ensino Médio e passou a fazer parte da etapa final do ensino básico da educação. (BRASIL, 1996).

A LDB determina que o ensino médio passe a ter um caráter não apenas de formação profissional e pré-universitária, mas também um comprometimento com a formação humana, tendo como princípios a educação para a cidadania, formação ética e desenvolvimento do pensamento crítico (BRASIL, 1996). Evidencia para o Ensino Médio, a valorização do ensinamento de cunho científico-tecnológico na formação do indivíduo. No inciso IV, destaca a importância da “*compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando teoria e prática no ensino de cada disciplina*”.

Com a necessidade de reformular o currículo do ensino médio, no ano de 1998 o Ministério da Educação (MEC) publica os Parâmetros Curriculares Nacionais

para o Ensino Médio (PCNEM) e, de forma complementar, em 2002, publica as Orientações Curriculares Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, que ficou conhecido como PCN+. Este, composto por três volumes: Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias, Ciências Humanas e suas tecnologias e Linguagens e Códigos e suas tecnologias. Tem como objetivo auxiliar o trabalho do professor, com propostas de orientações metodológicas e organização de conteúdos. Direciona competências e habilidades a serem desenvolvidas pelo aluno em cada área do conhecimento, ao fim do ensino médio. Estes dois documentos são baseados nas propostas da LDB (BRASIL, 1999; BRASIL, 2002).

Em 2006, o MEC, por meio da Secretaria de Educação Básica, publicou as Orientações Curriculares do Ensino Médio. Um documento para auxiliar procedimentos didático-pedagógicos e a estruturação do currículo para o ensino médio, considerando os conteúdos e especificidades de cada disciplina do currículo (BRASIL, 2006).

### 3.2 ENEM – PROCESSO SELETIVO PARA O ENSINO SUPERIOR

A LDB determina que a União seja responsável por organizar a nível nacional um procedimento que avalie o rendimento escolar dos alunos, em todos os níveis de ensino, com o propósito de determinar melhorias e prioridades no ensino. A partir da formulação destas diretrizes, instituiu-se, entre outros sistemas de avaliações, o Exame Nacional do Ensino Médio (Enem) como um dos seus componentes para avaliar o estudante ao término do ensino básico. O Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais “Anísio Teixeira” (INEP) foi incumbido pelo Governo Federal de construir mecanismos para organização e realização de exames de acesso ao ensino superior. Assim, ao término da estruturação, o primeiro Enem foi realizado em 1998 (BRASIL, 1996; INEP, 1999).

Desde então o exame vem sendo realizado anualmente e a partir de 2009 sua proposta sofre diversas modificações na estruturação e significado, sendo chamado de “novo Enem” (INEP, 2008).

A relevância deste exame cresce a cada ano, aumentando significativamente o interesse das instituições que, de alguma maneira, estão consentindo um

intercâmbio com o Enem dentro do seu processo seletivo tradicional. Nesse ano de 2011, mais 6,2 milhões de candidatos se inscreveram para o Enem de acordo com o MEC (JORNAL AGORA, 2011).

O exame não é imposto como condição obrigatória para acesso às instituições públicas de ensino superior. Atualmente há distintas possibilidades de se utilizar a nota do Enem nas Instituições de Ensino Superior: como fase única; como primeira fase; com uma porcentagem específica das vagas; como fase única para as vagas remanescentes, após o vestibular; ou combinado ao atual vestibular da instituição (a universidade define o percentual da nota do Enem a ser utilizado para a construção de uma média juntamente à nota da prova do seu exame de seleção específico). Cada instituição divulga os seus editais esclarecendo em qual formato participará (INEP, 1999; INEP, 2008).

Cabe ressaltar que a nota do “Novo Enem” é o critério utilizado na seleção para as bolsas integrais ou parciais do Programa Universidade para Todos – ProUni, que é disponibilizada para candidatos que tenham cursado o ensino médio em escola pública. Também é utilizado como forma única de se candidatar a vagas em inúmeras instituições públicas e privadas, pelo Sistema de Seleção Unificada – Sisu e em 2010, a nota do exame se tornou obrigatória para a solicitação do Fundo de Financiamento ao Estudante do Ensino Superior (Fies), beneficiando candidatos que tenham um bom desempenho no Enem (INEP 2008; GUIA DO ESTUDANTE, 2011).

### 3.2.1 EXAME DO ENEM DE 1998 A 2007 – COMPETÊNCIAS E HABILIDADES

As competências gerais estabelecidas pelo Enem citadas no Documento Básico do INEPE são:

I - Demonstrar domínio básico da norma culta da Língua Portuguesa e do uso das diferentes linguagens: matemática, artística, científica, etc.

II - Construir e aplicar conceitos das várias áreas do conhecimento para compreensão de fenômenos naturais, de processos histórico-geográficos, da produção tecnológica e das manifestações artísticas.

III - Selecionar, organizar, relacionar, interpretar dados e informações representados de diferentes formas, para enfrentar situações-problema, segundo uma visão crítica com vista à tomada de decisões.

IV - Organizar informações e conhecimentos disponíveis em situações concretas, para a construção de argumentações consistentes.

V - Recorrer aos conhecimentos desenvolvidos na escola para elaboração de propostas de intervenção solidária na realidade, considerando a diversidade sociocultural como inerente à condição humana no tempo e no espaço. (INEP, 1999, pág. 6).

A elaboração das questões tem como base estas cinco competências desdobradas em vinte e uma habilidades da chamada “Matriz de Competências do Enem”. Para cada habilidade, três questões foram elaboradas, totalizando sessenta e três questões.

Destaca-se a seguir, as habilidades dez e onze, do total de vinte e uma discriminadas no Documento Básico que estão relacionadas à área de estudo deste trabalho:

Habilidade 10 – Utilizar e interpretar diferentes escalas de tempo para situar e descrever transformações na atmosfera, biosfera, hidrosfera e litosfera, origem e evolução da vida, variações populacionais e modificações no espaço geográfico.

Habilidade 11 – Diante da diversidade da vida, analisar, do ponto de vista biológico, físico ou químico, padrões comuns nas estruturas e nos processos que garantem a continuidade e a evolução dos seres vivos. (INEP, 1999, pág. 7).

### 3.2.2 EXAME DO ENEM DE 2008 A 2010 – COMPETÊNCIAS E HABILIDADES

Na Matriz de Referência do novo Enem, além das competências e habilidades gerais, também estão organizadas por áreas específicas. Para “Ciências da Natureza e suas Tecnologias”, estão presentes sete competências e trinta habilidades, entre elas são citadas a seguir, as que estão ligadas com os conteúdos de genética, evolução e temas afins:

- Competência de área 1 – Compreender as ciências naturais e as tecnologias a elas associadas como construções humanas, percebendo seus papéis nos processos de produção e no desenvolvimento econômico e social da humanidade.

Habilidade 3 – Confrontar interpretações científicas com interpretações baseadas no senso comum, ao longo do tempo ou em diferentes culturas.

- Competência de área 4 – Compreender interações entre organismos e ambiente, em particular aquelas relacionadas à saúde humana, relacionando conhecimentos científicos, aspectos culturais e características individuais.

Habilidade 13 – Reconhecer mecanismos de transmissão da vida, prevendo ou explicando a manifestação de características dos seres vivos.

Habilidade 16 – Compreender o papel da evolução na produção de padrões, processos biológicos ou na organização taxonômica dos seres vivos.

- Competência de área 5 – Entender métodos e procedimentos próprios das ciências naturais e aplicá-los em diferentes contextos.

Habilidade 19 – Avaliar métodos, processos ou procedimentos das ciências naturais que contribuam para diagnosticar ou solucionar problemas de ordem social, econômica ou ambiental. (INEP, 2008).

### 3.3 GENÉTICA NO ENSINO MÉDIO

A genética está na “moda”. Questões relativas ao genoma humano, à produção de organismos geneticamente modificados, à prevenção de doenças genéticas, a terapia genética, exame de DNA, entre outros, são tópicos presentes nos meios de comunicação sobre os quais os estudantes geralmente desejam saber mais.

Nos estudos realizados por Giacóia (2006), no qual pesquisou os conhecimentos de genética dos alunos do terceiro ano do ensino médio e graduandos de ciências biológicas, citou no presente trabalho:

Fica evidente e indiscutível, a importância do ensino da genética, visto que se trata de uma área de conhecimento que evolui com uma velocidade espantosa e tem um papel importantíssimo na formação do senso crítico e da capacidade de tomada de decisões importantes, estando diretamente relacionado à formação do cidadão e sua alfabetização científica. (GIACÓIA, 2006, p. 78).

O professor deve compreender estes conceitos para possibilitar a inclusão destes temas contemporâneos no seu planejamento de ensino e na sua prática pedagógica de Biologia, estabelecendo relações entre os conceitos básicos da genética, como fundamentos para tentar familiarizar o aluno com essa quantidade de informação nova e fascinante produzida em tão curto espaço de tempo.

Banet e Ayuso (2003) argumentam que o ensino de Biologia aborda a relevância social e econômica da genética, envolvendo implicações tecnológicas, sociais e éticas diante da estrutura conceitual das ciências biológicas.

Na organização curricular, a disciplina de Biologia é disposta durante os três anos do Ensino Médio, em duas ou três aulas semanais. Os colégios têm certa autonomia para decidir a sua grade curricular. Normalmente os conteúdos de

genética molecular são abordados no 1º Ano, em especial as características morfofisiológicas do núcleo celular. No 3º Ano compreendem os mecanismos de herança, a genética clássica e a evolução.

Os autores Sardinha, Fonseca e Goldbach (2009), realizaram um levantamento dos anais de eventos da área de ensino de ciências relacionado especificamente com o ensino de genética. Os autores constataram que um dos principais problemas do ensino de genética é a distribuição dos assuntos nos livros didáticos. Os tópicos ligados à genética são encontrados de forma fragmentada nos livros didáticos e conseqüentemente no ensino, como por exemplo, núcleo e dinamismo nuclear, ácidos nucléicos e divisão celular, ocorrendo pouca conexão entre os conteúdos. E ainda, a maioria dos livros didáticos, apresenta:

... um considerável afastamento entre a natureza química e estrutural do DNA, abordadas nos livros de primeiro ano e a genética nos de terceiro ano, a qual se restringe à descrição de alguns mecanismos de hereditariedade e aplicações da biotecnologia, já que geralmente não há uma conexão precisa entre estes conteúdos. A pouca relação existente entre estas unidades nos livros, assim como a dificuldade de articular estes temas no ensino podem ser consideradas importantes marcas da **fragmentação**. ...O ensino fragmentado também impõe lacunas à compreensão geral da atividade do DNA na célula. São comuns os problemas de localização do DNA na célula, de identificação da relação entre cromossomos, genes e DNA... Assim, é possível afirmar que a fragmentação pode contribuir para a **descontextualização** do ensino. (SARDINHA, FONSECA, GOLDBACH, 2009, p. 3).

Nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) citam que a partir dos estudos da genética clássica, o aluno deve ser capaz de relacioná-los com temas da engenharia genética e outras áreas ligadas à manipulação do DNA. É um momento onde o aluno identifica aspectos éticos, morais, políticos e econômicos envolvidos na produção científica e tecnológica (BRASIL, 1999).

O PISA (Programa Internacional de Avaliação de Alunos) é um programa de avaliação comparada, que avalia o desempenho de alunos na faixa dos 15 anos em diversos países. Ocorre a cada três anos, com ênfases distintas em três áreas: leitura, matemática e ciências. Na avaliação do PISA de 2006, a área principal foi ciências, que na avaliação do PISA é pautada no letramento científico:

O letramento científico envolve o uso de conceitos científicos necessários para compreender e ajudar a tomar decisões sobre o mundo natural, bem como a capacidade de reconhecer questões científicas, fazer uso de evidências, tirar conclusões com base científica e comunicar essas conclusões. (INEP, 2008, p. 34).

No resultado do PISA de 2006, cerca de 60% dos alunos brasileiros ficaram abaixo do nível 2 de habilidade em ciências. O nível 2, entre os níveis estipulados de 1 a 6, é considerado o mínimo desejável. O Brasil ficou entre os países com mais baixo desempenho. A genética é uma área da Ciência onde o conhecimento de conceitos científicos é complexo e exige muita abstração do aluno ao se apropriar desses conceitos de difícil compreensão, para refletir de modo científico, passar a entender e opinar em relação a aspectos sociais e éticos desse campo de conhecimento (VALLE, 2009; INEP 2010).

Com a descoberta do código genético e de ferramentas de clonagem utilizando enzimas de restrição, os temas abertos à investigação científica em genética sofreram um aumento considerável.

Um levantamento realizado pela Science Watch, da Thomson Reuters, apontou que em 2010, a genética foi considerada a área mais popular entre as pesquisas científicas, com sete dos treze principais pesquisadores, trabalhando nesta área do conhecimento. Eric S. Lander, do Instituto de Harvard e do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (EUA), foi apontado como o pesquisador mais popular do mundo. Lander trabalha com mapeamento genético e doenças humanas (PORTAL G1, 2011).

Apesar destes temas relacionados à genética serem cada vez mais comuns na mídia, a realidade é que estes tópicos nem sempre são abordados e/ou assimilados coerentemente tanto pelo aluno como pelo professor. Uma pesquisa aponta que:

Os alimentos transgênicos, apesar de já fazerem parte do nosso dia-a-dia, ainda não fazem parte do currículo da escola...". "A formação do cidadão vai além de entrar em contato com a base teórica da ciência, mas com o que ela produz, analisando essa produção, posicionando-se em relação a ela com argumentos fortes e coerentes. (TAKAHASHI, MARTINS, QUADROS, 2008, p. 7).

Para Krasilchik (2004, p. 11), os conhecimentos de Biologia devem contribuir também para "*que o cidadão seja capaz de usar o que aprendeu ao tomar decisões de interesse individual e coletivo, no contexto de um quadro ético e de responsabilidade*", que é uma prática pedagógica que vem entremeando as aulas de alguns professores. A autora enfatiza que problemas decorrentes do desenvolvimento da genética não podem deixar de compor o atual currículo de

Biologia, visto que podem ser formadas lacunas graves na formação dos alunos, pois são organizadores conceituais com vínculos estreitos nas relações ciência e tecnologia e nas perspectivas pessoais e sociais da ciência.

De acordo com Trivelato:

(...) será necessário que a Biologia seja vista por professores e alunos, 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. Será preciso também que os alunos reconheçam que a pesquisa científica tem como objetivo precípua procurar maneiras de melhorar a qualidade de vida. Como cidadãos, os alunos devem preparar-se para consumir os produtos da ciência, discutir suas implicações e influenciar seus caminhos. (TRIVELATO, 1987, p.173).

Xavier, Freire e Moraes (2006), selecionaram doze livros didáticos de Biologia, de diferentes editoras e ano de edição (a maioria de 2002 e 2003), onde quantificaram a presença de temas associados ao que convencionaram chamar de “Nova Biologia”. São eles: transgênicos, projeto genoma, clonagem de mamíferos, células-tronco, teste de paternidade, variabilidade genética, melhoramento genético, DNA recombinante, hibridação, sequenciamento, enzimas de restrição, plasmídeos, íntrons e éxons, eletroforese e PCR. As Tabelas 1 e 2 trazem alguns resultados obtidos nesta pesquisa.

Os temas abordados na pesquisa refletem as novas tecnologias do mundo científico e revelam que os livros didáticos mantêm uma distância entre o conhecimento produzido e os conhecimentos divulgados (XAVIER, FREIRE, MORAES, 2006).

TABELA 1 – TOTAL DE CITAÇÕES NO TEXTO E A RELAÇÃO ESPAÇO/NÚMERO POR ELAS OCUPADO NOS LIVROS DIDÁTICOS EM CADA CATEGORIA DA NOVA BIOLOGIA

Temas	Citação	Até dois parágrafos	Até meia página	Até uma página	Até uma pág. e meia	Até duas páginas	Mais de duas pág.	Total de ocorrências
Transgênicos	0	1	3	1	1	1	1	8
Projeto Genoma	0	0	1	1	1	4	0	7
Clonagem de mamíferos	1	2	1	1	1	0	2	8
Células-tronco	0	0	2	1	0	0	0	3
Teste de paternidade	0	1	1	4	1	0	0	7
Variabilidade genética	1	2	2	1	0	0	0	6
Melhoramento genético	1	2	1	2	1	1	1	9
DNA recombinante	2	3	1	2	2	0	0	10
Hibridação	1	1	0	0	0	0	0	2
Seqüenciamento	5	0	0	0	0	0	0	5
Enzimas de restrição	0	4	5	0	0	0	0	9
Plasmídeos	2	3	2	0	0	0	0	7
Íntrons e éxons	0	2	0	0	0	0	0	2
Eletroforese	3	1	1	0	0	0	0	5
PCR	0	1	0	1	0	0	0	2

FONTE: XAVIER, FREIRE e MORAES (2006, p.282)

TABELA 2 – QUESTÕES E ILUSTRAÇÕES NOS LIVROS DIDÁTICOS REFERENTES A CADA TEMA DA NOVVA BIOLOGIA

Temas	Questões	Ilustrações
Transgênicos	18	5
Projeto genoma	8	4
Clonagem de mamíferos	14	7
Células-tronco	4	1
Teste de paternidade	2	6
Variabilidade genética	1	0
Melhoramento genético	5	3
DNA recombinante	18	6
Hibridação	0	2
Sequenciamento	1	1
Enzimas de restrição	4	7
Plasmídeos	2	7
Íntrons e éxons	0	2
Eletroforese	2	3
PCR	0	1

FONTE: XAVIER, FREIRE e MORAES (2006, p.282)

Nas Orientações Curriculares para o Ensino Médio, o volume 2, corresponde às Ciências Naturais, Matemática e suas tecnologias. Na organização da disciplina de Biologia do documento, cita já na sua introdução:

Nas últimas décadas, o ensino de Biologia vem sendo marcado por uma dicotomia que constitui um desafio para os educadores. Seu conteúdo e sua metodologia no ensino médio voltados, quase que exclusivamente, para a preparação do aluno aos exames vestibulares, em detrimento das finalidades atribuídas pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei Nº 9394/96) à última etapa da educação básica. Além disso, temas relativos à área de conhecimento da Biologia vêm sendo mais e mais discutidos pelos meios de comunicação, jornais, revistas ou pela rede mundial de computadores – *Internet* –, instando o professor a apresentar esses assuntos de maneira a possibilitar que o aluno associe a realidade do desenvolvimento científico atual com os conceitos básicos do pensamento biológico. Assim, um ensino pautado pela memorização de denominações e conceitos e pela reprodução de regras e processos – como se a natureza e seus fenômenos fossem sempre repetitivos e idênticos – contribui para a descaracterização dessa disciplina enquanto ciência que se preocupa com os diversos aspectos da vida no planeta e com a formação de uma visão do homem sobre si próprio e de seu papel no mundo. (BRASIL, 2006, p. 15).

A inclusão dos temas contemporâneos no ensino da Biologia, se não for abordado pelo professor, fatalmente virá à tona pelo próprio aluno. O professor não pode se isentar neste momento, devendo auxiliar seus alunos a desenvolverem habilidades necessárias para a reflexão sobre questões emergentes da área da genética e suas dimensões sociais, políticas e éticas requeridas na tomada de posição de todo o cidadão.

#### 4. METODOLOGIA

Para a realização deste trabalho, foram selecionadas questões de vestibulares para ingresso em universidades federais da Região Sul do Brasil. Fazem parte deste estudo, as seguintes instituições: Universidade Federal do Paraná (UFPR), Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e Universidade Federal do Rio Grande (FURG). Além das universidades federais, também foram incluídas as provas do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem).

Foram selecionadas as provas de Biologia presentes nos exames de vestibulares destas instituições, referentes ao período de 2004 a 2010 e realizada a triagem apenas das questões que solicitavam diretamente conhecimentos de genética e evolução, restringindo-se à primeira fase dos exames, chamada de conhecimentos gerais. Portanto, as questões de Biologia da segunda fase dos exames de seleção das instituições, não foram analisadas.

No exame do Enem, houve uma diferenciação na seleção destas questões, pois foi necessário verificar a prova como um todo. Não há uma divisão clara com a disposição das questões de Biologia. Muitas questões são multidisciplinares envolvendo conhecimento das outras ciências, não sendo possível com exatidão afirmar o total de questões apenas da área de Biologia, o que é comum na organização nos exames de vestibulares. Assim, a triagem foi realizada obtendo o total de questões envolvendo conhecimentos de genética e evolução e não sendo verificado o total de questões da área da Biologia.

Os exames de vestibular da primeira fase da UFPR e da FURG, são compostos de questões de múltipla escolha, com um total de cinco alternativas julgando apenas uma delas como correta.

A prova do vestibular da UFSC contém questões de proposições múltiplas, conhecidas como “somatórias” que variam entre 4 a 7 proposições e raramente questões abertas (problemas a serem resolvidos). Devem ser analisadas como verdadeiras ou falsas de acordo com o comando da questão. Estas alternativas recebem um valor (01, 02, 04, 08, 16, 32 e 64) que deverão ser somadas de acordo com o comando da questão para então obter o resultado, que será a resposta final.

As provas e seus respectivos gabaritos foram extraídos dos sites oficiais das instituições envolvidas na pesquisa: Núcleo de Concursos da Universidade Federal do Paraná (NC – UFPR); Comissão Permanente do Vestibular da Universidade

Federal de Santa Catarina (COPERVE – UFSC); Comissão Permanente do Vestibular da Fundação Universidade Federal do Rio Grande (COPERVE – FURG); Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais “Anísio Teixeira” (INEP).

As questões da área de evolução foram incluídas por ser um conhecimento articulador com vários assuntos da genética.

Para análise, as questões foram categorizadas dentro dos conhecimentos da área da evolução e da área da genética e temas correlacionados no Ensino Médio. Incluíram-se nesta categoria nomeada genética, assuntos como divisão celular, núcleo celular, ácidos nucleicos, explorados normalmente na área da Biologia celular.

O critério de classificação destas categorias partiu da apreciação individual de cada questão. Foi apurado qual conhecimento particular é necessário o candidato dominar, para compreender e responder a questão proposta, buscando assim, especificar a natureza das questões de genética presente nesses exames.

Na área denominada evolução, foram reunidas todas as questões gerais da evolução, sem desmembramento, como as idéias evolucionistas, a anatomia e embriologia comparada e, a moderna teoria da evolução, restringindo-as em uma única categoria.

Para analisar as relações entre, os conteúdos categorizados presentes nas questões dos exames, com os documentos oficiais da educação no Ensino Médio e com os livros didáticos, foram observados os dados dos documentos oficiais do MEC e no caso dos livros didáticos de biologia, estas análises foram fundamentadas com base em publicações de outros autores.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1. CATEGORIZAÇÃO DAS QUESTÕES

As categorizações dos conteúdos pertinentes à área da genética e afim, presente nos exames de seleção das Universidades e no Enem foram:

UFPR – interpretação de heredogramas, grupos sanguíneos, ligação, genética de populações, herança ligada ao X, primeira lei de Mendel, TDR (Tecnologia do DNA Recombinante), genomas, polialelia, evolução;

UFSC – estrutura e função do DNA, interpretação de heredogramas, divisão celular, primeira lei de Mendel, TDR, aberrações cromossômicas, polialelia, determinação do sexo, grupos sanguíneos, melhoramento genético, evolução;

FURG – primeira lei de Mendel, segunda lei de Mendel, TDR, epistasia, estrutura e função do DNA, ligação, mutação, divisão celular, probabilidade, interpretação de heredograma, evolução.

Enem – estrutura e função do DNA, TDR, genomas, DNA mitocondrial, interação genótipo/ambiente, evolução.

### 5.2 EXAME DO PROCESSO SELETIVO DAS UNIVERSIDADES FEDERAIS DO PARANÁ, SANTA CATARINA E RIO GRANDE (RS)

#### 5.2.1 PROVA DE BIOLOGIA E AS QUESTÕES DE GENÉTICA E EVOLUÇÃO

Os exames de vestibular da primeira fase da UFPR incluem 9 questões de Biologia a cada ano, totalizando 72 questões analisadas. Destas, 19 envolvem conteúdos pertinentes à área da genética e evolução (Tabela 3).

No ano de 2007, foram realizados dois exames da primeira fase na UFPR. Na cidade de Curitiba, capital do Paraná, durante a realização da prova, ainda antes da metade do horário disponível para realização do exame, ocorreu uma forte tempestade. Em inúmeros locais de provas acabou a energia elétrica. Visto que este evento poderia prejudicar o desempenho destes candidatos, para estes, a avaliação foi anulada e realizada novamente em data posterior. Neste trabalho, optou-se incluir as duas provas de biologia do ano de 2007 aplicadas na primeira fase.

TABELA 3 – TOTAL DE QUESTÕES DE BIOLOGIA E DE CONTEÚDOS PERTINENTES À ÁREA DA GENÉTICA E EVOLUÇÃO DOS EXAMES DE VESTIBULAR NO PERÍODO DE 2004 A 2010 DA UFPR

ANO	Nº questões biologia	Nº questões de genética e evolução	% total questões genética e evolução
2004	9	2	22,22 %
2005	9	3	33,33 %
2006	9	2	22,22 %
2007	9	1	11,11 %
2007*	9	2	22,22 %
2008	9	4	44,44 %
2009	9	3	33,33 %
2010	9	2	22,22 %
<b>TOTAL</b>	<b>72</b>	<b>19</b>	<b>26,39 % média</b>

FONTE: O autor (2011)

\* No ano de 2007 foi realizado um novo exame em data posterior para candidatos prejudicados pela ausência de luz durante a realização da prova na primeira fase na UFPR.

No exame de seleção da UFPR, as perguntas que necessitavam diretamente da compreensão da genética, tiveram frequência de uma questão (2004, 2007, 2007\* e 2010), duas questões (2005, 2006 e 2009) ou três questões (2008). Lembrando que há um total de nove questões de Biologia, a cobrança da genética aparece com uma frequência média de 1,62 questões a cada ano. No campo da evolução, em dois exames ela não foi contemplada (2006, 2007) e nos demais, esteve presente sempre com uma questão.

A primeira fase do exame de seleção para ingresso na UFSC possui 10 questões de Biologia por prova, perfazendo 70 questões analisadas, sendo 22 destas, envolvendo conhecimentos específicos de genética e evolução (Tabela 4).

Os exames de seleção da UFSC apresentam uma frequência média de 2,28 questões envolvendo conteúdos de genética e evolução num total de dez questões da área de Biologia. Há duas questões de genética nos exames de seleção da UFSC para ingresso nos anos de 2004, 2005, 2006, 2008 e 2010 e três nos exames de 2007 e 2009. Os conteúdos da evolução estão presentes com uma questão em cada exame com exceção do ano de 2006, onde este assunto não foi cobrado diretamente.

TABELA 4 – TOTAL DE QUESTÕES DE BIOLOGIA E DE CONTEÚDOS PERTINENTES À ÁREA DA GENÉTICA E EVOLUÇÃO DOS EXAMES DE VESTIBULAR NO PERÍODO DE 2004 A 2010 DA UFSC

<b>ANO</b>	<b>Nº questões biologia</b>	<b>Nº questões de genética e evolução</b>	<b>% total questões genética e evolução</b>
2004	10	3	30 %
2005	10	3	30 %
2006	10	2	20 %
2007	10	4	40 %
2008	10	3	30 %
2009	10	4	40 %
2010	10	3	30 %
<b>TOTAL</b>	<b>70</b>	<b>22</b>	<b>31,43 % média</b>

FONTE: O autor (2011)

O exame de seleção da FURG compreende 15 questões de Biologia a cada ano na primeira fase, totalizando 105 questões analisadas e um total de 19 relacionadas diretamente à área da genética e evolução (Tabela 5).

TABELA 5 – TOTAL DE QUESTÕES DE BIOLOGIA E DE CONTEÚDOS PERTINENTES À ÁREA DA GENÉTICA E EVOLUÇÃO DOS EXAMES DE VESTIBULAR NO PERÍODO DE 2004 A 2010 DA FURG

<b>ANO</b>	<b>Nº questões biologia</b>	<b>Nº questões de genética e evolução</b>	<b>% total questões genética e evolução</b>
2004	15	3	20 %
2005	15	3	20 %
2006	15	3	20 %
2007	15	2	13,33 %
2008	15	3	20 %
2009	15	3	20 %
2010	15	2	13,33 %
<b>TOTAL</b>	<b>105</b>	<b>19</b>	<b>18,1 % média</b>

FONTE: O autor (2011)

A FURG também sempre contempla questões da área da genética em seus vestibulares. Há uma questão na seleção dos anos de 2007 e 2010 e duas questões

em 2004, 2005, 2006 e 2009. Apenas no exame de seleção de 2008 os conteúdos da genética foram solicitados em três questões, entretanto foi o único exame em que a área da evolução não foi contemplada. Nos demais exames, assim como nos outros processos de seleção das universidades analisadas, a área da evolução também foi contemplada com uma questão em cada processo seletivo. Os exames da FURG apresentaram uma frequência média de 2,0 questões envolvendo conteúdos da genética, entretanto, vale ressaltar que estão presentes dentro de quinze questões de Biologia no exame de seleção, número maior que na UFPR e na UFSC.

A Tabela 6 apresenta a quantificação das questões selecionadas das universidades pesquisadas, resultando em um total de 42 questões da área da genética (17,00%) e 18 questões da área da evolução (7,29%). As questões relacionadas à genética e evolução compreendem cerca de um quarto do total das questões de biologia, demonstrando a relevância do tema nos concursos de vestibulares (Figura 1).

TABELA 6 – TOTAL DE QUESTÕES DE GENÉTICA E EVOLUÇÃO NOS EXAMES DE VESTIBULAR DAS UNVERSIDADES NO PERÍODO DE 2004 A 2010

ÁREA	UFPR		UFSC		FURG		TOTAL	
	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%
GENÉTICA	13	18,06	16	22,86	13	12,38	42	17,00
EVOLUÇÃO	6	8,33	6	8,57	6	5,71	18	7,29
OUTRAS	53	73,61	48	68,57	86	81,90	187	75,71
TOTAL DE BIOLOGIA	72	100,00	70	100,00	105	100,00	247	100,00

FONTE: O autor (2011)

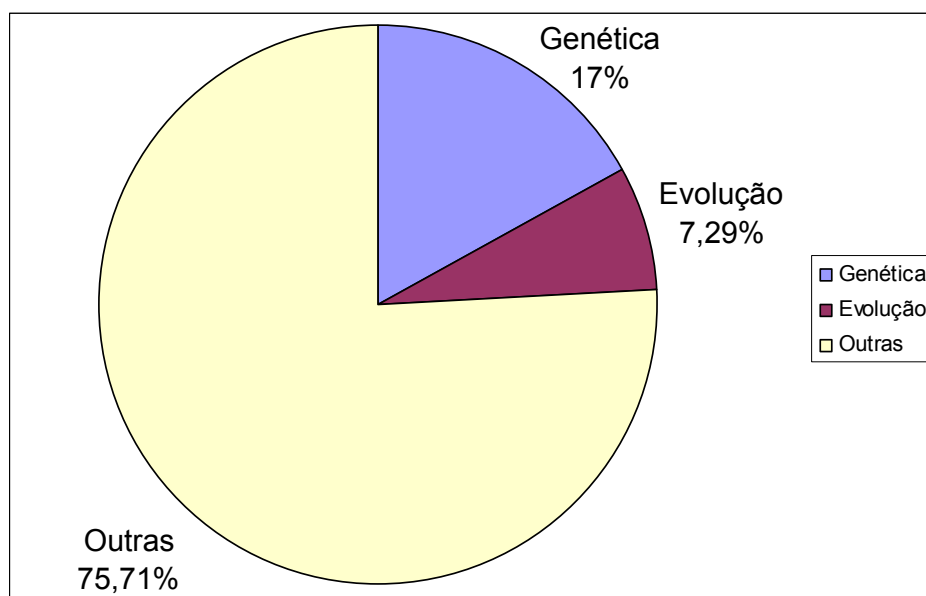


FIGURA – GRÁFICO ILUSTRANDO A PROPORÇÃO TOTAL DE QUESTÕES DE GENÉTICA E EVOLUÇÃO NOS VESTIBULARES DAS UNIVERSIDADES UFPR, UFSC E FURG ENTRE 2004 E 2010

FONTE: O autor (2011)

Portanto, do total de 247 questões de biologia dos exames das universidades federais analisadas, 60 questões abordam conteúdos da genética e evolução.

As 42 questões consideradas conteúdos da genética e áreas afins foram classificadas em categorias específicas de acordo com o conhecimento fundamental da área da genética que o vestibulando precisa dominar, para compreender e responder corretamente a estes assuntos solicitados nos exames. Nas questões que envolveram outros conhecimentos da genética presente nas opções incorretas, foram desconsideradas desta categorização (Tabela 7). O rol de conhecimentos essenciais cobrados nestas questões foi: aberração cromossômica, divisão celular, determinação do sexo, epistasia, estrutura e função do DNA, grupos sanguíneos, genomas, genética de populações, herança ligada ao X, interpretação de heredogramas, ligação, melhoramento genético, mutação, Primeira Lei de Mendel, polialelia, probabilidade, Segunda Lei de Mendel, TDR (Tecnologia do DNA Recombinante). A Tabela 7 apresenta os conteúdos organizados em ordem decrescente de cobrança nas provas.

TABELA 7 – CATEGORIZAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DOS CONTEÚDOS PERTINENTES À ÁREA DA GENÉTICA PRESENTE NOS PROCESSOS SELETIVOS DAS UNIVERSIDADES ENTRE 2004 E 2010

INSTITUIÇÃO	UFPR		UFSC		FURG		TOTAL	
	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%
<b>CONTEÚDOS DA GENÉTICA</b>								
Interpretação de Heredogramas	3	23,08	2	12,5	1	7,69	6	14,29
Estrutura e Função do DNA			4	25	1	7,69	5	11,9
Grupos Sanguíneos	2	15,38	2	12,5			4	9,52
Ligação	2	15,38			2	15,38	4	9,52
1ª Lei Mendel	1	7,69	1	6,25	1	7,69	3	7,14
2ª Lei Mendel					3	23,08	3	7,14
TDR (Tecnologia do DNA Recombinante)	1	7,69	1	6,25	1	7,69	3	7,14
Aberração cromossômica			2				2	4,76
Divisão Celular			1	6,25	1	7,69	2	4,76
Polialelia	1	7,69	1	6,25			2	4,76
Determinação do Sexo			1	6,25			1	2,38
Epistasia					1	7,69	1	2,38
Genética de Populações	1	7,69					1	2,38
Genomas	1	7,69					1	2,38
Herança Ligada ao X	1	7,69					1	2,38
Melhoramento Genético			1	6,25			1	2,38
Mutação					1	7,69	1	2,38
Probabilidade					1	7,69	1	2,38
<b>TOTAL</b>	<b>13</b>	<b>100</b>	<b>16</b>	<b>100</b>	<b>13</b>	<b>100</b>	<b>42</b>	<b>100</b>

FONTE: O autor (2011)

Percebe-se que há uma variação no foco dos conteúdos escolhidos pelas comissões organizadoras que elaboram as provas de seleção das universidades. Apenas três, das dezoito categorias formadas, foram contempladas nas provas das três universidades. São elas: interpretação de heredogramas, 1ª Lei de Mendel e TDR.

Na UFSC, o domínio foi da categoria estrutura e função do DNA, com um total de quatro questões (25%) enquanto que na FURG surge apenas uma vez e na UFPR esta categoria está ausente nos exames. Outra ressalva é a predominância de 23% das questões da FURG na categoria 2ª Lei de Mendel. Categoria presente apenas nesta instituição. Portanto, enquanto que determinado conteúdo de genética é valorizado em uma instituição nem sequer é abordado na outra. Também verificou-se que alguns conteúdos da genética estudados no ensino médio, não foram

abordados em nenhum dos exames analisados neste período de 2004 a 2010, como por exemplo, questões envolvendo herança quantitativa.

### 5.3 EXAME DO PROCESSO SELETIVO DO ENEM

#### 5.3.1 ESTRUTURAÇÃO DA PROVA DO ENEM

A estruturação desse exame não comporta afirmar com exatidão qual é o total de questões de Biologia, pois algumas destas abordam um caráter multidisciplinar, necessitando do candidato, também o domínio de outras Ciências.

Desde 1998 o exame é realizado anualmente e até o ano de 2008 a aplicação aconteceu em um único dia, com duração de 5 horas. A prova era constituída por uma redação e por 63 questões objetivas de múltipla escolha com um total de cinco alternativas, julgando apenas uma delas como correta.

A partir de 2009, o exame ocorre em dois dias. Conhecido como “Novo Enem”, é composto de uma redação e 180 questões de múltipla escolha, divididas em quatro partes sendo elas ciências da natureza, ciências humanas, matemática e linguagens.

Cada parte da prova possui 45 questões: linguagens e códigos, em que são cobrados conhecimentos de língua portuguesa, literatura e língua estrangeira (inglês ou espanhol); matemática; ciências humanas, que aborda questões de geografia, história, filosofia e sociologia; ciências da natureza, que traz perguntas sobre biologia, química e física.

#### 5.3.2 QUESTÕES QUE ABORDAM GENÉTICA E EVOLUÇÃO NO ENEM

As questões que abordam especificamente conteúdos pertinentes à área da genética e evolução presentes nos exames do Enem no período de 2004 a 2010, totalizaram 14 perguntas (Tabela 8), resultando em 11 questões da área da genética e 3 questões da área da evolução.

A cobrança de conteúdos da genética e evolução não foi constante nos exames do Enem. Não há questões de genética nem de evolução no ano de 2006. No ano de 2010 a genética também não foi escolhida pelos elaboradores do exame. Nos anos de 2004 e 2007 há uma questão envolvendo conteúdos de genética, duas

questões em 2008, três questões em 2005 e quatro em 2009. Exibe uma frequência bem variada no período analisado. Já a área da evolução é contemplada com uma questão nos anos de 2005, 2007 e 2010. Portanto nestes últimos sete anos ocorreram apenas três perguntas envolvendo evolução.

TABELA 8 – TOTAL DE QUESTÕES DE GENÉTICA E EVOLUÇÃO NOS EXAMES DO ENEM NO PERÍODO DE 2004 A 2010

ANO	Total questões de genética	Total questões de evolução
2004	1	0
2005	3	1
2006	0	0
2007	1	1
2008	2	0
2009	4	0
2010	0	1
<b>TOTAL</b>	11 78,57%	3 21,43%

FONTE: O autor (2011)

A categorização dos conteúdos pertinentes à área da genética, presente nas avaliações do Enem está referenciado na Tabela 9. Seguiram-se os mesmos padrões da construção das categorizações dos exames das universidades federais (Tabela 7). Os seguintes temas são abordados: estrutura e função do DNA, TDR, genomas, DNA mitocondrial, interação genótipo/ambiente.

Nas avaliações do Enem, fica evidente que as questões da genética elegidas pela comissão de elaboração das provas, apresentam um foco principal no DNA e nos conhecimentos das novas tecnologias da engenharia genética com enfoque na abordagem da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).

TABELA 9 – CATEGORIZAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DOS CONTEÚDOS PERTINENTES À ÁREA DA GENÉTICA PRESENTES NA AVALIAÇÃO DE SELEÇÃO DO ENEM ENTRE 2004 E 2010

CONTEÚDOS DA GENÉTICA	Total	%
Estrutura e Função do DNA	4	36,36
TDR	3	27,27
Genomas	2	18,18
DNA Mitocondrial	1	9,09
Interação genótipo/ambiente	1	9,09
<b>TOTAL</b>	<b>11</b>	<b>100,00</b>

FONTE: O autor (2011)

#### 5.4 ORGANIZAÇÃO GERAL DAS QUESTÕES

Todas as questões analisadas neste trabalho estão presentes nos Anexos 1 a 4. Estas questões seguiram uma numeração seqüencial (Tabela 10) compondo as questões dos exames seletivos de 2004 até 2010. No Anexo 1 concentram-se as questões da UFPR, numeradas de 1 a 19. No Anexo 2, as questões numeradas de 20 a 41 correspondem aos exames da UFSC. O Anexo 3 corresponde às questões da FURG, sequenciadas de 42 a 60 e em seguida, as questões do Enem compõem o Anexo 4, numeradas de 61 a 74.

Na Tabela 10 foi constatado o total de 20 categorias compondo o desmembramento dos diversos conteúdos da genética observados, totalizando 53 questões presentes nas avaliações e um total de 21 questões na categoria evolução.

A diversidade temática da genética solicitada nas avaliações do Enem corresponde a cinco categorias (Tabela 9 e Tabela 10), enquanto que na UFSC e na FURG foram abordados dez diferentes conteúdos de genética e na UFPR categorizados um total de nove (Tabela 7 e Tabela 10).

TABELA 10 – Identificação individualizada das questões de genética categorizadas, presente nos anexos 1, 2, 3 e 4

INSTITUIÇÃO	UFPR	UFSC	FURG	ENEM
CONTEÚDO SOLICITADO NOS EXAMES	nº questão Anexo 1	nº questão Anexo 2	nº questão Anexo 3	nº questão Anexo 4
Interpretação de Heredogramas	3, 12, 16	21, 24	52	
Estrutura e Função do DNA	--	20, 27, 34, 36	46	61, 64, 67, 72
Grupos Sanguíneos	1, 4	35, 39	--	--
Ligação	14, 19	--	45, 57	--
1ª Lei Mendel	8	26	43	--
2ª Lei Mendel	--	--	50, 54, 59	--
Aberrações Cromossômicas	--	29, 37	--	--
Divisão Celular	--	23	53	--
Polipléida	10	31	--	--
TDR	11	28	42	63, 65, 71
Determinação do Sexo	--	32	--	--
Epistasia	--	--	55	--
Genética de Populações	6	--	--	--
Genomas	17	--	--	68, 69
Herança Ligada ao X	7	--	--	--
Melhoramento Genético	--	40	--	--
Mutação	--	--	48	--
Probabilidade	--	--	58	--
DNA Mitocondrial	--	--	--	73
Interação genótipo / ambiente	--	--	--	70
Evolução (geral)	2, 5, 9, 13, 15, 18	22, 25, 30, 33, 38, 41	44, 47, 49, 51, 56, 60	62, 66, 74

FONTE: O autor (2011)

## 5.5 A GENÉTICA NO ENSINO MÉDIO E A SUA PRESENÇA NOS EXAMES PARA INGRESSO NAS INSTITUIÇÕES SUPERIORES

O estudo da Biologia aborda além da genética e da evolução, outras inúmeras áreas como botânica, zoologia, anatomia e fisiologia, ecologia, histologia, embriologia, microbiologia entre outras. Um total de 24,3% das 247 questões destes exames de seleção (UFPR, UFSC, FURG) abordou conteúdos das áreas de genética e evolução. No Enem, a média geral foram duas questões a cada ano. Diante destes dados, percebemos o quanto é significativo a cobrança destes temas nos exames destas instituições federais.

Verificou-se que a maioria das questões foram agrupadas em apenas três categorias: estrutura e funcionamento do DNA (9 questões), TDR (6 questões) e interpretação de heredogramas (6 questões) sendo estas categorias responsáveis por 39,6% do total dos conteúdos abordados nas questões da genética nas universidades e no Enem. Ainda se, reunidas as seis questões sobre genética mendeliana (três questões que abordam 1ª Lei de Mendel com outras três envolvendo a 2ª Lei), juntamente às categorias estrutura e funcionamento do DNA, TDR e interpretação de heredogramas há, portanto, um total de 27 questões, que perfazem 50,9% dos conteúdos da genética abordados nos exames. As categorias grupos sanguíneos e ligação ocorreram quatro vezes cada uma; os conteúdos aberrações cromossômicas, divisão celular e polialelia surgiram duas vezes e os demais temas observados na Tabela 7 e Tabela 10, foram solicitados pontualmente em apenas uma única questão. São eles: determinação do sexo, epistasia, genética de populações, herança ligada ao sexo, melhoramento genético, mutação, probabilidade, DNA mitocondrial e interação genótipo/ambiente.

Os conteúdos da genética mendeliana e clássica solicitados nos exames de seleção para ingresso nas instituições de ensino superior analisados neste trabalho, em geral são abordadas de maneira satisfatória nos livros didáticos de Biologia. Há uma boa quantidade de exercícios, especialmente na resolução de problemas mecânicos, sendo normalmente suficientes para o entendimento do aluno que assim, conseqüentemente estará apto a responder corretamente a questões que abordem estes assuntos nos exames de seleção, como por exemplo, interpretar um heredograma ou realizar um cruzamento envolvendo Primeira e Segunda Lei de

Mendel. Já não se pode dizer o mesmo, com relação aos conteúdos da genética contemporânea solicitados nos exames de seleção.

A categoria interpretação de heredogramas pode ser considerada uma categoria diferenciada em relação às demais. Na verdade envolvem distintos temas da genética, que neste trabalho, optou-se por agrupá-las sempre que presente um heredograma na questão. Envolvem especialmente questões de interpretação da 1ª Lei de Mendel e compreensão e interpretação dos símbolos, como nas questões 3, 16, 21 e 24. Na questão 12 é necessária também ter uma noção de herança ligada ao cromossomo X e na questão 52 o candidato precisa ter conhecimento do sistema XY juntamente com cruzamentos de herança do sistema ABO.

### 5.5.1 CATEGORIAS EM DESTAQUE

Moreno (2007) realizou uma pesquisa com professores de biologia e constatou que 50% dos entrevistados, afirmaram relacionar conteúdos da genética com os da evolução.

A genética é um componente essencial para a aprendizagem de evolução, uma vez que não há como se compreender esse processo, se não se reconhecer que os mecanismos evolutivos atuam diretamente sobre a matriz genética dos seres vivos, determinando quais características estarão presentes em determinada população. (MORENO, 2007, p. 30).

A categoria evolução, enfatizada na pesquisa, constatou um total de 21 questões deste tema. Destas, 18 nas três universidades analisadas, correspondendo a 7,3% do total de questões das provas de Biologia, e apenas três questões foram contempladas no Enem, dentro do período analisado.

Castro e Augusto (2009), analisaram os trabalhos apresentados no VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências sobre o ensino de evolução biológica. Nos trabalhos que enfatizam as concepções dos alunos verificou-se a dificuldade dos estudantes na compreensão do conceito de evolução biológica, a presença de concepções alternativas às científicas e a influência religiosa diante das idéias evolucionistas. Em relação aos professores, apontam à necessidade de formação continuada; a relação dos conceitos relativos à evolução biológica com as outras áreas da biologia; a postura do professor dissociando suas crenças religiosas e de senso comum dos conceitos científicos e ainda destacam a

definição entre a ciência (aceita pela comunidade científica) e o senso comum (não científico).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio apontam como elementos centrais para a compreensão da teoria evolutiva:

os conceitos de adaptação e seleção natural como mecanismos da evolução e a dimensão temporal, geológica do processo evolutivo. Para o aprendizado desses conceitos, bastante complicados, é conveniente criarem-se situações em que os alunos sejam solicitados a relacionar mecanismos de alterações no material genético, seleção natural e adaptação, nas explicações sobre o surgimento das diferentes espécies de organismos. (BRASIL, 1999, p. 38).

Nos PCN+ “*origem e evolução da vida*” é um dos seis temas estruturantes dos principais temas biológicos. Os parâmetros destacam que este tema deve ser abordado em articulação com outros conteúdos e não isoladamente, como um eixo integrador no estudo da biologia (BRASIL, 2002).

Em geral a evolução biológica é trabalhada nas escolas brasileiras, como mais um conteúdo, mais um tópico dentre os inúmeros da biologia, contrariamente às orientações dos documentos oficiais do MEC, “... *não tem sido adotada como eixo integrador, seja nas aulas de Ciências e Biologia, seja nos materiais didáticos, vestibulares e nos processos de reformulação dos currículos universitários*”. (GOEDERT, p. 57, 2004).

A importância do estudo da evolução é reforçado nas Orientações Curriculares Complementares para o Ensino Médio (2006), em que é citado que o assunto origem e evolução da vida devem estar presentes e ser trabalhado em diferentes momentos; “...*ao longo de diferentes conteúdos não representa a diluição do tema evolução, mas sim a sua articulação com outros assuntos, como elemento central e unificador no estudo da Biologia*”. (BRASIL, 2006, p. 22).

A categoria denominada estrutura e função do DNA com 11,9% de todas as questões classificadas, aborda este ácido nucléico. Nesta macromolécula intracelular estão contidas todas as informações genéticas fundamentais para a existência do ser vivo. A partir do DNA, essas informações se expressam na célula e se perpetuam na progênie, portanto, a informação genética é armazenada e transmitida (CORDEIRO, 2003).

No Ensino Médio, normalmente os conteúdos de genética molecular são abordados no 1º Ano, em especial as características morfofisiológicas do núcleo

celular, ácidos nucleicos, divisão celular, DNA – incluído replicação, transcrição e tradução gênica. Já os mecanismos de herança e a genética clássica são estudados no 3º Ano, normalmente devido à disposição dos temas nos livros didáticos. O professor inicia a genética clássica, porém o aluno já estudou em série anterior, núcleo celular e a estrutura do DNA, por exemplo, e assim os conceitos básicos e a compreensão da hereditariedade se tornam descontextualizados. Cabe ao professor retornar a estes assuntos, deixando um número de aulas disponíveis no seu planejamento para esta retomada. Diante disso o professor de Biologia, que já possui um limitado número de aulas, vai optar ou não por deixar de lado outro assunto, pois não é possível conseguir abordar com qualidade todo o conteúdo de Biologia distribuído a cada ano no Ensino Médio.

Esta categoria, apesar da grande frequência de questões, não foi abordada em nenhum momento nos exames da UFPR. Em contrapartida, é o assunto que mais caiu na UFSC, com 25% e no Enem com 36,36%.

No exame do Enem, as questões 61 e 64, abordam o quanto é semelhante a composição do DNA em espécies diferentes. A questão 67 aborda a sua duplicação e também alterações na sequência de bases nitrogenadas da informação genética. Na questão 72 e também na questão 46, única representante desta categoria nas provas da FURG, é necessário interpretar um modelo de transmissão da informação genética (replicação, transcrição e tradução).

Nas provas da UFSC, a questão 20 aborda diferentes conhecimentos envolvendo a estrutura tridimensional do DNA. Nas questões 27 e 34 há sequências de bases nitrogenadas e é necessário compreender a replicação, transcrição e tradução do DNA. Na questão 36 é necessário ter compreensão das bases nitrogenadas.

Os PCN + (2002) orientam que no ensino de genética o aluno seja capaz de descrever a estrutura e as características da molécula de DNA e ainda fazer relações com a transmissão dos caracteres hereditários.

As Orientações Curriculares para o Ensino Médio, publicadas em 2006, citam que é necessário o aluno compreender a célula como um sistema organizado que realiza interações com o ambiente e que nela estão contidas as informações genéticas codificadas no DNA. O aluno deve compreender que estas informações,

“...definem a estrutura e o funcionamento das células e determinam as características dos organismos. Deve também conhecer o princípio básico de duplicação do DNA e saber que esse processo está sujeito a erros – mutações – que originam novas versões (alelos) do gene afetado e podem, ou não, ser causadores de problemas para os diferentes organismos.” (BRASIL, 2006, p. 24)

Outra categoria que merece destaque é tecnologia do DNA recombinante. A TDR engloba um conjunto de técnicas que permite manipular e recombinar moléculas de DNA de origem diferente, importantes *“...na determinação da seqüência de um gene e conseqüentemente da proteína que ele codifica, ou no desenvolvimento de culturas microbianas capazes de produzir substâncias úteis...”* (NASCIMENTO *et al*, 2003, p. 1) como por exemplo, a insulina humana, vacinas, hormônio do crescimento. Com o avanço desta biotecnologia, a análise do DNA pode ainda detectar doenças genéticas e infecciosas (NASCIMENTO *et al*, 2003). A área da engenharia genética é um tema ainda distante de uma realidade contextualizada nos livros didáticos e com escassa presença de exercícios, apesar da ampla divulgação nos meios de comunicação (XAVIER; FREIRE; MORAES, 2006).

A questão 28 da UFSC aborda reprodução e clonagem. Nas Orientações Curriculares para o Ensino Médio são enfatizados, estes conhecimentos genéticos.

Cabe estimular o aluno a avaliar as vantagens e desvantagens dos avanços das técnicas de clonagem e da manipulação do DNA, considerando valores éticos, morais, religiosos, ecológicos e econômicos. Trata-se da evolução sob a intervenção humana. Sobre esse tema, podem-se gerar discussões, por exemplo, em relação à seleção artificial, ao surgimento e perda de espécies e ao aumento da expectativa de vida da população humana. (BRASIL, 2006, p. 24).

A Tecnologia do DNA recombinante para produzir insulina artificial, foi o tema da questão 71 do Enem. Na FURG, o candidato precisa ter uma noção de TDR na questão 42 para compreender e interpretar que as moléculas deficientes nos indivíduos afetados por hemofilia e que devem ser administradas no tratamento da doença, podem ser obtidas através dessas técnicas.

Os PCNEM destacam que deve existir uma compreensão mínima sobre os mecanismos de hereditariedade e da biotecnologia contemporânea, sendo o aluno capaz de entender e emitir seu julgamento sobre temas como testes de paternidade pela análise do DNA, a clonagem de animais e a forma como determinados vírus

produzem imunodeficiências (BRASIL, 2000). Os PCN + enfatizam também a importância do conhecimento sobre as tecnologias de manipulação do DNA abordando questões éticas, morais, políticas e econômicas; seus benefícios e riscos; e o posicionamento do aluno diante de temas polêmicos. Destacam que o ensino de genética é um suporte para a formação crítica do aluno no julgamento de questões que envolvam preconceitos e discriminações raciais (BRASIL, 2002).

Na UFPR, a questão 11 aborda o processo da criação de organismos transgênicos e a questão 63 e 65 do Enem, também são necessários conhecimentos sobre os transgênicos para responder corretamente a elas.

Observa-se que vários autores já estão há algum tempo incorporando nos seus livros didáticos de Biologia, temas contemporâneos da genética, porém de forma tímida e pontual, sem um aprofundamento nas relações com o conteúdo, em seções especiais ou ao final dos capítulos. Essa forma de apresentação pode ser vista como um “segundo plano” pelo aluno, correndo o risco de assumir o papel de leitura complementar ou ainda abordado como curiosidade sobre as inovações científicas e tecnológicas da Biologia (JUSTINA, FERRARI, ROSA, 2000; XAVIER, FREIRE, MORAES, 2006; SARDINHA, FONSECA, GOLDBACH, 2009).

A presença dos temas da genética contemporânea foi quantificada por Xavier, Freire e Moraes (2006) em livros didáticos de Biologia. Os autores observaram que os transgênicos, a clonagem de mamíferos e melhoramento genético são os assuntos mais abordados. No presente trabalho, três questões enfocam os transgênicos. Outra ressalva destes autores, é a forma como estes conteúdos são distribuídos nos livros didáticos, como citam abaixo:

Observamos que esses temas foram inseridos no final do capítulo referente à Genética. Se o conteúdo de Genética contido nos livros não é abordado na sua totalidade, cabe a pergunta: será que a Nova Biologia conseguirá abrir espaço entre o estudo das leis de Mendel e a Genética Clássica? Ou ficará à margem do currículo adotado nos colégios, sendo vista como tema de pesquisa ou meramente abordada como fazendo parte das “curiosidades”? (XAVIER, FREIRE, MORAES, 2006, pág. 286).

Nascimento e Alvetti (2006) abordam o quanto os professores de Biologia são indagados por assuntos atuais como a possibilidade de clonagem de seres humanos e as células tronco, trazendo surpresa ao docente que não contemplou esses temas no seu planejamento de curso,

... por trás da discussão sobre a seleção dos conteúdos temos um debate mais amplo que nos remete à relevância social, cultural e política do ensino de ciências que nos faz avaliar o porquê de termos presentes determinados conhecimentos em sala de aula. (NASCIMENTO, ALVETTI, 2006, p. 29)

O que nos leva a pensar que talvez não seja suficiente para o aluno adquirir a compreensão destes assuntos e estar apto a responder questões sobre esses temas contemporâneos nos exames de vestibulares e no Enem, em especial os realizados há alguns anos atrás.

Em pesquisa realizada por Cantiello e Trivelato (2002), sobre as dificuldades dos vestibulandos da FUVEST em questões de genética, demonstrou que quando se compara questões de genética a outros temas de biologia, o índice de acertos se mostra mais baixo, revelando grande dificuldade por parte de vestibulandos na compreensão de temas desta área.

Há conhecimentos particulares da genética que necessitam de posicionamentos conscientes e críticos diante das implicações sociais, políticas, econômicas e éticas (JUSTINA, 2001; BANET e AYUSO, 2003). Aproveitar estas questões emergentes do dia-a-dia e vinculá-las aos conteúdos a serem trabalhados, motiva o aluno, que se predispõe a aprender. Os temas da genética estimulam a curiosidade dos alunos. O professor deve ou deveria planejar e desenvolver atividades que venham a aproveitar tal curiosidade de modo que oportunize a criticidade e argumentação, através da compreensão destes assuntos emergentes, despertando a alfabetização científica no aluno.

## 6. CONCLUSÃO

No período de 2004 a 2010, dentre as universidades analisadas, a UFSC é a que mais prioriza questões na área da genética e evolução com 31,43%, seguida da UFPR com 26,39% e com menor abordagem, a FURG com 18,1% do total de questões de biologia.

Os conteúdos pertinentes à área da evolução, quando presentes, obtiveram a frequência de uma questão em cada exame. Não há questões em dois concursos da UFPR e em um exame tanto da FURG como da UFSC. Entre todas as avaliações do Enem, surgiram apenas três questões na categoria evolução.

Além da evolução, apenas três categorias, dentre as 20 identificadas, apareceram nas três universidades. São elas: interpretação de heredogramas, 1ª Lei de Mendel e TDR. A categoria TDR foi a única identificada nos vestibulares analisados e no exame do Enem. Isso demonstra a variabilidade do foco nos conteúdos exigidos pelas comissões organizadoras que elaboram as provas. Há conteúdos da genética que não foram explorados por nenhuma das instituições, como por exemplo, herança quantitativa.

As questões da genética elegidas apresentam foco principal no DNA e nos conhecimentos das novas tecnologias da engenharia genética.

A elaboração das 14 questões de genética presentes no Enem no período analisado, são as que mais se aproximam dos documentos oficiais curriculares propostos pelo MEC.

Na frequência média dos exames vestibulares das universidades, há um total de 17% das questões pertinentes à área da genética e 7,29% à área da evolução. Compreende cerca de  $\frac{1}{4}$  do total das questões de biologia, demonstrando a relevância destes temas nos concursos destas universidades federais.

Para atender de modo adequado a associação do desenvolvimento científico com os conhecimentos da genética e biologia molecular, os professores devem estar preparados e atualizados para poder discutir com seus alunos os avanços dessa área tão intensa no contexto da Educação da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e suas implicações na vida humana atual e futura.

## REFERÊNCIAS

BANET, E.; AYUSO, G. E. **Teaching of Biological Inheritance and Evolution of Living Beings in Secondary School**. International Journal of Science Education, v.25, p.373-407, 2003.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Secretaria da Educação Média e Tecnológica – Brasília: MEC, 1999.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio: bases legais**. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. Brasília: MEC, 2000.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 2002.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Educação Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio**. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 2006.

CANTIELLO, A. C.; TRIVELATO, S. L. F. Dificuldades de vestibulandos em questões de genética. In: CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA, 48.º, 2002, Águas de Lindóia. **Resumos...**, SBG – Sociedade Brasileira de Genética, 2002.

CASTRO, N. B. L.; AUGUSTO, T. G. S. **Análise dos trabalhos sobre o ensino de evolução biológica publicados nos anais do VI Enpec**. VII Enpec - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Florianópolis: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2009.

CORDEIRO, M. C. R. **Engenharia Genética: conceitos básicos, ferramentas e aplicações**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2003.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICAS EDUCACIONAIS – INEP. **Exame Nacional do Ensino Médio - Enem: documento básico**. Brasília: INEP, 1999.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Educação Básica. **Matriz de referência para o Enem 2009 de Ciências da Natureza e suas Tecnologias**. Brasília, INEP, 2008.

\_\_\_\_\_. **Pisa 2006: Relatório Nacional**, 2008. Disponível em: <[http://www.inep.gov.br/download/internacional/pisa/PISA2006Resultados\\_internacionais\\_resumo.pdf](http://www.inep.gov.br/download/internacional/pisa/PISA2006Resultados_internacionais_resumo.pdf)>. Acesso em 12/12/2010.

\_\_\_\_\_. **Provas e gabaritos do Enem.** Disponível em: <[http://historico.enem.inep.gov.br/index.php?option=com\\_content&task=view&id=19&Itemid=47](http://historico.enem.inep.gov.br/index.php?option=com_content&task=view&id=19&Itemid=47)>. Acesso em 18/12/2010.

GIACÓIA, L. R. D. **Conhecimento básico de genética:** Concluintes do Ensino Médio e Graduandos de Ciências Biológicas. 2006. 88f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, 2006.

GOEDERT, L. **A formação do professor de biologia na UFSC e o ensino da evolução biológica.** Dissertação de Mestrado em Educação Científica e Tecnológica. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

GUIA DO ESTUDANTE. **Entenda o que é e para que serve o Enem.** Editora Abril. 23 mai. 2011. Disponível em: <<http://guiadoestudante.abril.com.br/enem>> Acesso em 02/06/2011.

JORNAL AGORA. **Enem 2011 tem número de inscritos recorde.** Educação: 13/06/2011. Disponível em: <<http://www.jornalagora.com.br/site/content/noticias/detalhe.php?e=6&n=13086>>. Acesso em 02/06/2011.

JUSTINA, L. A. D.; FERRARI, N.; ROSA, V. L. **Genética no Ensino Médio:** temáticas que apresentam maior grau de dificuldade na atividade pedagógica. In: ENCONTRO PERSPECTIVAS DO ENSINO DE BIOLOGIA, 7, 2000, São Paulo. *Anais...* São Paulo: USP, 2000, p. 794-795.

JUSTINA, L. A. D. **Ensino de genética e história de conceitos relativos a hereditariedade.** 2001. 145 p. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de Biologia.** São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2004.

MORENO, B. A. **Genética no Ensino Médio:** dos Parâmetros Curriculares Nacionais à sala de aula. Monografia. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2007.

NASCIMENTO, A. C. *et al.* **Tecnologia do DNA Recombinante.** Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto. São Paulo, 2003. Disponível em: <[http://www.fmrp.usp.br/rbp/graduacao/Tecnologia\\_do\\_DNA\\_recombinante.pdf](http://www.fmrp.usp.br/rbp/graduacao/Tecnologia_do_DNA_recombinante.pdf)>. Acesso em 10/06/2011.

NASCIMENTO, T. G.; ALVETTI, M. A. **Temas científicos contemporâneos no ensino de biologia e física.** Ciência & Ensino, vol. 1, n. 1, p. 29-39, dez. 2006.

PORTAL G1. **Genética é a área mais popular da pesquisa científica, diz levantamento.** In Genética by admin, 10 mar. 2011. Disponível em: <<http://www.parceirodasaude.com.br/?p=1786>> Acesso em 30/05/2011.

SANTOS, J. S.; CORTELAZZO, A. L. **Avaliação dos conteúdos de biologia celular no ensino médio:** estudo de caso da prática docente e sua relação com o exame vestibular Unicamp. EDUCERE. Revista da Educação, Umuarama, v. 10, n. 1, p. 7-36, jan./jun. 2010.

SARDINHA, R.; FONSECA, M.; GOLDBACH, T. **O que dizem os trabalhos dos anais dos encontros nacionais de pesquisa em ensino de ciências sobre ensino de genética**. VII Enpec - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Florianópolis: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2009.

TAKAHASHI, J. A.; MARTINS, P. F.; QUADROS, A. L. **Questões tecnológicas permeando o ensino de Química: o caso dos transgênicos**. Química Nova na Escola. n. 29, p. 3-7, 2008.

TRIVELATO, S. L. F. **O ensino de genética em uma escola de segundo grau**. 1987. 355 p. Dissertação (Mestrado em Biologia) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1987.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. **Provas e gabaritos do exame vestibular da UFSC**. Processo seletivo do exame vestibular. COPERVE. Disponível em <<http://coperve.ufsc.br/vestibulares-antiores>> Acesso em 13/12/2010.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. **Provas e gabaritos do concurso vestibular da UFPR**. Núcleo de Concursos. Disponível em <[http://www.nc.ufpr.br/concursos\\_institucionais/ufpr](http://www.nc.ufpr.br/concursos_institucionais/ufpr)> Acesso em 15/12/2010.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE. **Provas e gabaritos do exame vestibular da FURG**. Processo seletivo do exame vestibular. COPERVE. Disponível em: <[http://www.coperve.furg.br/bin/provas\\_antiores/index.php](http://www.coperve.furg.br/bin/provas_antiores/index.php)> Acesso em 12/12/2010.

VALLE, M. G.; **A argumentação na produção escrita de professores de ciências: implicações para o ensino de genética**. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Educação. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2009.

XAVIER, M. C. F.; FREIRE, A. S.; MORAES, M. O. **A nova (moderna) biologia e a genética nos livros didáticos de biologia no ensino médio**. Fundação Osvaldo Cruz. Ciência & Educação, v. 12, n. 3, p. 275-289, 2006.

**ANEXOS**

ANEXO 1	PROCESSO SELETIVO – VESTIBULAR UFPR / NC 1ª FASE - PROVA DE BIOLOGIA 2004 A 2010 QUESTÕES COM CONTEÚDOS DE GENÉTICA E EVOLUÇÃO .....	43
ANEXO 2	PROCESSO SELETIVO – VESTIBULAR UFSC / COPERVE 1ª FASE - PROVA DE BIOLOGIA 2004 A 2010 QUESTÕES COM CONTEÚDOS DE GENÉTICA E EVOLUÇÃO .....	51
ANEXO 3	PROCESSO SELETIVO – VESTIBULAR FURG / COPERVE 1ª FASE - PROVA DE BIOLOGIA 2004 A 2010 QUESTÕES COM CONTEÚDOS DE GENÉTICA E EVOLUÇÃO .....	65
ANEXO 4	EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO – ENEM / INEP PROCESSO SELETIVO – 2004 A 2010 QUESTÕES DE BIOLOGIA COM CONTEÚDOS DE GENÉTICA E EVOLUÇÃO .....	73

## ANEXO 1

PROCESSO SELETIVO – VESTIBULAR UFPR 2004 A 2010  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ / NC  
1ª FASE - PROVA DE CONHECIMENTOS GERAIS  
QUESTÕES DE BIOLOGIA COM CONTEÚDOS DE GENÉTICA E EVOLUÇÃO

### 1. UFPR 2004

06 - Joãozinho, ao nascer, apresentou a doença hemolítica do recém-nascido ou eritroblastose fetal. Foi abandonado quando criança e criado por pais adotivos. Anos mais tarde, Francisca, dizendo ser sua mãe biológica, veio reclamar sua posse. No intuito de esclarecer a situação, o Juiz da Vara de Família solicitou exames de tipagem sanguínea da suposta mãe e de Joãozinho. O resultado foi: Joãozinho, grupo O, Rh positivo; Francisca, grupo A, Rh positivo. Pode-se concluir, então:

- \*) Joãozinho não poderia ser filho de Francisca porque ela tem sangue do tipo Rh positivo.**
- ) Francisca poderia ser mãe biológica de Joãozinho.
  - ) Para elucidar o caso seria preciso conhecer a tipagem sangüínea do pai biológico de Joãozinho.
  - ) Francisca não poderia ser a mãe biológica de Joãozinho porque uma mulher de grupo sanguíneo A não pode gerar um filho de sangue do grupo O.
  - ) Para que Francisca pudesse ser mãe de Joãozinho, teria sido preciso que ela tivesse gerado, anteriormente, um filho com sangue do tipo Rh negativo.

### 2. UFPR 2004

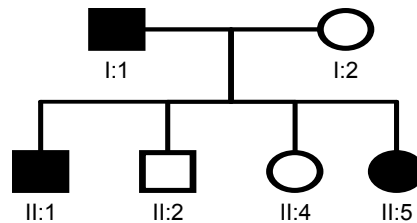
10 - Junto com a imensa diversidade de formas de outras espécies relacionadas, o feijão nosso de cada dia – *Phaseolus vulgaris* – encontra-se preservado em Bancos de Germoplasma (BG), locais onde se armazena a diversidade genética de uma espécie. No Brasil, a coleção mais antiga de *Phaseolus* encontra-se na Universidade Federal de Viçosa-MG. O maior BG é mantido pelo Centro Nacional de Recursos Genéticos (CENARGEN) em Brasília, onde a variação genética de mais de 8.000 espécimes está preservada e disponível para melhoristas que buscam transferir alelos e características desejáveis de uma espécie para outra, a fim de obter combinações genotípicas com maior potencial produtivo (melhoramento genético). Nas aproximadamente 40 espécies de *Phaseolus* conhecidas, o conjunto gênico ou número de cromossomos varia de 1 a 12, sendo que as quatro formas cultivadas (*vulgaris*, *coccineus*, *acutifolis*, *lunatus*) apresentam  $2n=22$ .

Sobre o assunto, assinale a alternativa correta.

- \*) As quatro espécies de *Phaseolus* cujos números cromossômicos são  $2n=22$  devem ser filogeneticamente mais próximas do que aquelas com número cromossômico  $2n \neq 22$ .**
- ) O cruzamento inter-específico deve ser mais fácil entre espécies com diferentes números de cromossomos.
  - ) O cruzamento inter-específico apresenta o mesmo grau de dificuldade independentemente do número cromossômico das espécies consideradas.
  - ) Cruzamentos ou hibridações inter-específicas só podem ocorrer utilizando-se técnicas avançadas de biologia molecular.
  - ) Com os avanços biotecnológicos, bancos de germoplasma se tornam totalmente dispensáveis.

### 3. UFPR 2005

12 - Na genealogia abaixo, os indivíduos assinalados com preto apresentam uma anomalia determinada por um gene dominante.



Analisando essa genealogia, é correto afirmar:

**\*) Apenas os indivíduos I:1; II:1 e II:5 são heterozigotos.**

- ) Todos os indivíduos afetados são homozigotos.
- ) Todos os indivíduos não afetados são heterozigotos.
- ) Apenas o indivíduo I:1 é heterozigoto.
- ) Apenas os indivíduos I:1 e I:2 são homozigotos.

### 4. UFPR 2005

14 - Jorge, portador de grupo sanguíneo AB Rh-, e Júlia, que é AB Rh+, têm uma filha, Joana, que aos 3 anos de idade necessita de uma transfusão sanguínea. Os exames laboratoriais por hemaglutinação dão os seguintes resultados:

	<i>mistura</i>	<i>aglutinação</i>
I.	eritrócitos de Joana + solução salina	negativa
II.	eritrócitos de Joana + soro anti-A	negativa
III.	eritrócitos de Joana + soro anti-B	positiva
IV.	soro de Joana + eritrócito A	positiva
V.	soro de Joana + eritrócito B	negativa
VI.	soro de Joana + eritrócito O	negativa

Em face dos dados apresentados, assinale a alternativa correta.

**\*) Joana pode ser homozigota para B.**

- ) Joana não pode ser filha natural de Júlia.
- ) Joana não pode receber sangue O Rh-.
- ) Jorge não pode ser o pai natural de Joana.
- ) Joana pode receber sangue AB Rh-.

### 5. UFPR 2005

16 - Quanto aos fatores responsáveis pela ocorrência da evolução nos seres vivos, é correto afirmar:

**\*) A mutação gera diversidade nas populações, e a seleção natural a reduz.**

- ) A deriva genética é imprescindível para a geração de diversidade nas populações.
- ) Sem a seleção natural e a deriva genética não ocorre diversidade entre os seres vivos.
- ) A migração genética não pode ser responsável pelo aumento da diversidade nas populações.
- ) A mutação aumenta a diversidade nas populações, e a migração genética a reduz.

## 6. UFPR 2006

13 - Em mexilhões, as cores externas das conchas são determinadas por dois alelos de um gene, sendo a cor azulada determinada por um alelo recessivo e a cor castanha, por um dominante. Em uma população de cem animais, foram encontrados 16 azuis. Com relação a essa população, considere as seguintes afirmativas:

1. Ela não pode estar em equilíbrio de Hardy-Weinberg.
2. Se houver 48 heterozigotos, ela estará em equilíbrio de Hardy-Weinberg.
3. Se houver 30 heterozigotos, é possível que a seleção natural seja a causa do aumento do número de heterozigotos.
4. A endogamia pode ser a causa do desvio em relação ao equilíbrio de Hardy-Weinberg, se houver 76 animais castanhos.

Assinale a alternativa correta.

**\*) Somente as afirmativas 2 e 4 são verdadeiras.**

- ) Somente a afirmativa 1 é verdadeira.
- ) Somente as afirmativas 1 e 3 são verdadeiras.
- ) Somente as afirmativas 1 e 2 são verdadeiras.
- ) Somente as afirmativas 3 e 4 são verdadeiras.

## 7. UFPR 2006

14 - Em camundongos, o fenótipo cauda curta e retorcida é determinado por um gene dominante denominado "Bent", localizado no cromossomo sexual comum aos dois sexos. Seu alelo recessivo é responsável pelo fenótipo cauda normal. Se uma fêmea de cauda normal for cruzada com um macho de cauda retorcida, sua descendência apresentará a seguinte proporção:

**\*) todos os machos com cauda normal e todas as fêmeas com cauda curta e retorcida.**

- ) machos e fêmeas com cauda curta e retorcida na proporção de 100%.
- ) machos e fêmeas com cauda curta e retorcida na proporção de 2:1.
- ) machos e fêmeas com cauda normal na proporção de 100%.
- ) todos os machos com cauda curta e retorcida e todas as fêmeas com cauda normal.

## 8. UFPR 2007

17 - Os seres vivos são acometidos por várias doenças, que podem ter diversas origens. A exostose múltipla é uma anomalia que se caracteriza por lesões nos ossos e ocorre tanto em seres humanos quanto em cavalos. Segundo os pesquisadores que a estudaram, é determinada por um gene autossômico dominante. Considere um macho afetado, filho de uma fêmea normal, que seja cruzado com uma fêmea também normal. A probabilidade desse cruzamento produzir um descendente (macho ou fêmea) normal é de:

**\*) 50%**

- ) 100%
- ) 75%
- ) 25%
- ) 0%

### 9. UFPR 2007\*

10 - A deriva genética e a seleção natural são fatores que alteram a composição genética de uma população e estão, portanto, entre as causas da evolução dos seres vivos. Acerca desses fatores, considere as afirmativas abaixo:

1. Uma população que sofreu deriva genética pode ter mantido sua diversidade ou pode tê-la perdido por ação da deriva.
2. A deriva genética geralmente produz aumento de diversidade nas populações e, em alguns casos, a reduz.
3. É necessário que a deriva genética aja juntamente com a seleção natural para que ocorra aumento de diversidade em uma população.
4. A seleção natural repõe, em uma população, a diversidade eliminada pela deriva genética.

**Assinale a alternativa correta.**

**\*) Somente a afirmativa 1 é verdadeira.**

- ) Somente as afirmativas 2 e 3 são verdadeiras.
- ) Somente as afirmativas 2 e 4 são verdadeiras.
- ) Somente a afirmativa 3 é verdadeira.
- ) Somente as afirmativas 1 e 4 são verdadeiras.

### 10. UFPR 2007\*

12 - Polialelismo é a ocorrência de mais de dois alelos atuando no controle de uma determinada característica genética.

Em relação a esse conceito, assinale a alternativa correta.

**\*) Numa população, o número de fenótipos apresentados por um caráter polialélico é tanto maior quanto maior o número de alelos que constituem a série.**

- ) Caracteres polialélicos apresentam sempre interações alélicas ditas dominantes.
- ) Caracteres polialélicos são controlados por genes situados em cromossomos diferentes.
- ) Numa série polialélica encontramos sempre genes ligados.
- ) Caracteres polialélicos só são encontrados nos cromossomos sexuais.

### 11. UFPR 2008

11 - Em 1981, pela primeira vez cientistas conseguiram transferir genes de um animal a outro. Fragmentos de DNA de coelho contendo genes de hemoglobina foram transferidos para células-ovo de camundongos. Isso teve como consequência o aparecimento da proteína hemoglobina do coelho nas hemácias dos camundongos. Os descendentes desses camundongos (F1) também apresentaram hemoglobina do coelho em suas hemácias. Com relação a esse conhecimento, considere as seguintes afirmativas:

1. O fenômeno descrito no enunciado é o da criação de organismos transgênicos.
2. O gene da hemoglobina foi incorporado somente nas hemácias dos camundongos, mas não nos demais tipos celulares.
3. Tanto camundongos machos quanto fêmeas podem ter transmitido os genes da hemoglobina aos seus descendentes.
4. Para que a hemoglobina de coelho seja expressa em F1, é necessário cruzar dois indivíduos parentais portadores do gene.

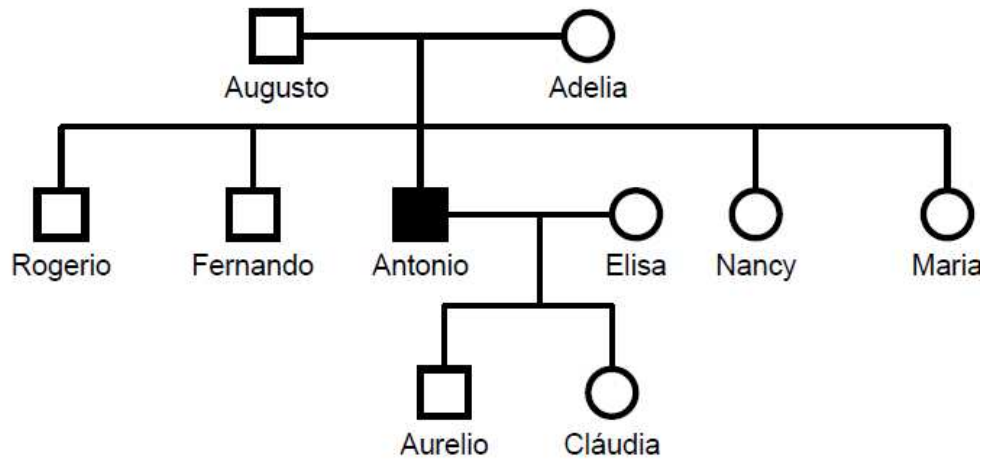
**Assinale a alternativa correta.**

**\*) Somente as afirmativas 1 e 3 são verdadeiras.**

- ) Somente a afirmativa 4 é verdadeira.
- ) Somente as afirmativas 1, 2 e 4 são verdadeiras.
- ) Somente as afirmativas 1, 2 e 3 são verdadeiras.
- ) Somente as afirmativas 3 e 4 são verdadeira

## 12. UFPR 2008

13 - Num estudo sobre uma família, representada no heredograma abaixo, constatou-se que Antonio é afetado por uma anomalia causada pelo alelo recessivo de um gene ligado à porção ímpar do cromossomo X.



Considerando essa informação, é correto afirmar que são, com certeza, portadores(as) do alelo em questão:

**\*) Adélia e Cláudia.**

- ) Elisa e Nancy.
- ) Nancy e Maria.
- ) Rogério e Fernando.
- ) Elisa e Maria.

## 13. UFPR 2008

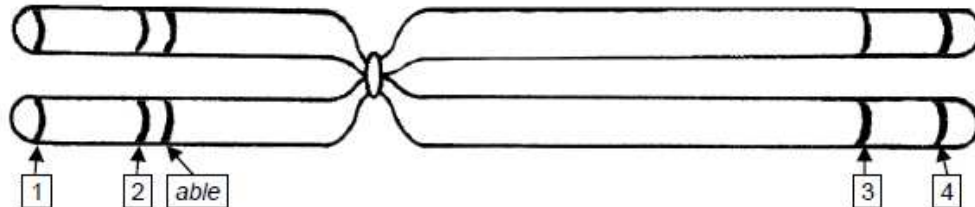
14 - Apesar de bastante criticadas na época em que foram postuladas, as idéias propostas por Charles Darwin sobre o processo evolutivo dos seres vivos são hoje amplamente aceitas, uma vez que outras evidências colhidas empiricamente corroboram a Teoria da Evolução. Assinale a alternativa que NÃO expressa uma evidência dessa teoria.

**\*) Algumas estruturas corporais desenvolvem-se quando muito utilizadas ou atrofiam-se quando não utilizadas, como por exemplo a musculatura dos animais.**

- ) O estudo dos fósseis ao longo dos tempos geológicos mostra um aumento da complexidade das formas de seres vivos.
- ) As características apresentadas por sucessivas gerações, dentro de uma espécie, são herdadas das gerações antecessoras.
- ) Quando se estudam os genomas, observa-se uma grande semelhança entre espécies muito próximas, como o homem e o chimpanzé.
- ) O funcionamento bioquímico das células de todos os organismos é semelhante, sugerindo que todos tiveram um ancestral comum.

#### 14. UFPR 2008

16 - A figura abaixo representa um cromossomo hipotético, em que estão assinaladas as posições de 5 genes (aqui chamados de able, binor, clang, ebrac e fong), e a tabela na seqüência mostra a distância entre eles.



Par de genes	Distância entre eles (unidades de recombinação – UR)
<i>clang – binor</i>	10,7
<i>binor – able</i>	2,8
<i>able – fong</i>	72,6
<i>able – clang</i>	13,5
<i>fong – ebrac</i>	8,4
<i>fong – binor</i>	75,4
<i>fong – clang</i>	86,1

Com base nos estudos sobre mapeamento genético, considere as seguintes afirmativas:

1. Depois de able, o gene mais próximo do centrômero é binor.
2. Os genes fong e ebrac estão no mesmo braço cromossômico.
3. A maior chance de ocorrer uma permuta é entre os genes clang e binor.
4. Os genes identificados com os números 3 e 4 são, respectivamente, ebrac e binor.

Assinale a alternativa correta.

**\*) Somente as afirmativas 1 e 2 são verdadeiras.**

- ) Somente a afirmativa 4 é verdadeira.
- ) Somente as afirmativas 2 e 3 são verdadeiras.
- ) Somente as afirmativas 1, 2 e 3 são verdadeiras.
- ) Somente as afirmativas 1, 3 e 4 são verdadeiras.

Resposta correta: Somente as afirmativas 1 e 2 são verdadeiras.

#### 15. UFPR 2009

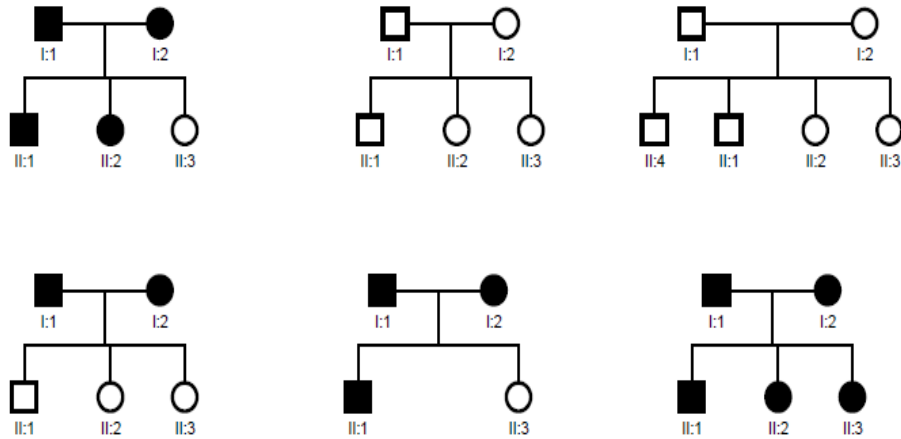
22 - A técnica de hibridização de DNA permite identificar o parentesco que existe entre diferentes organismos. Ela consiste em produzir fragmentos de DNA de um determinado organismo, separar as duas fitas de DNA desses fragmentos e promover a ligação entre esses fragmentos de DNA de fita simples e os fragmentos de DNA de fita simples de outro organismo, correspondente a um mesmo gene para ambos os organismos estudados.

Para qual dos pares de organismos apresentados abaixo deve ser mais fácil separar as duas fitas de DNA após um processo de hibridização?

- a) Beija-flor e crocodilo.
- \*b) Minhoca e ouriço-do-mar.**
- c) Chimpanzé e humano.
- d) Anêmona e medusa.
- e) Tubarão e lambari.

## 16. UFPR 2009

23 - Considere os seguintes cruzamentos entre humanos:



Com base nesses cruzamentos, é correto afirmar que a anomalia presente nos indivíduos assinalados em preto é causada:

**\*a) por um gene autossômico dominante.**

b) por um gene dominante ligado ao cromossomo X.

c) por um gene autossômico recessivo.

d) pela ação de um par de genes recessivos ligados ao cromossomo Y.

e) pela ação de dois pares de genes dominantes com interação epistática.

## 17. UFPR 2009

25 - Na década de 1990 foram descobertas, no genoma de aves e mamíferos, inúmeras sequências de DNA que tinham grande similaridade com os retrovírus infecciosos e por isso foram denominadas *retrovírus endógenos* (RVEs). Sabemos hoje que esses estranhos elementos constituem 8% do genoma humano.

(Fonte: *Instituto Ciência Hoje* – coluna *Deriva Genética*.)

Sobre os retrovírus endógenos, considere as seguintes afirmativas:

1. Retrovírus endógenos surgem a partir da evolução de genes mutantes do próprio organismo.
2. Para que esses elementos surjam, é necessária a presença, em algum momento do processo, da enzima transcriptase reversa.
3. Os retrovírus endógenos são encontrados no citoplasma das células infectadas.
4. A origem de retrovírus endógeno pode se dar a partir da infecção de organismos por vírus que possuem RNA como material genético.

Assinale a alternativa correta.

a) Somente a afirmativa 2 é verdadeira.

b) Somente as afirmativas 1 e 3 são verdadeiras.

c) Somente as afirmativas 2, 3 e 4 são verdadeiras.

**\*d) Somente as afirmativas 2 e 4 são verdadeiras.**

e) Somente as afirmativas 1 e 4 são verdadeiras.

### 18. UFPR 2010

30 - Certos insetos apresentam um aspecto que os assemelha bastante, na cor e às vezes até na forma, com ramos e folhas de algumas plantas. Esse fato é de extremo valor para o inseto, já que o protege contra o ataque de seus predadores. Esse fenômeno, analisado à luz da Teoria da Evolução, pode ser explicado:

- a) pela lei do uso e desuso, enunciada por Lamarck.
- b) pela deriva genética, comum em certas populações.
- c) pelo isolamento geográfico que acontece com certas espécies de insetos.
- \*d) pela seleção natural, que favorece características adaptativas adequadas para cada ambiente específico.**
- e) por uma mutação de amplo espectro que ocorre numa determinada espécie.

### 19. UFPR 2010

31 - Admita que dois genes, A e B, estão localizados num mesmo cromossomo. Um macho AB/ab foi cruzado com uma fêmea ab/ab. Sabendo que entre esses dois genes há uma frequência de recombinação igual a 10%, qual será a frequência de indivíduos com genótipo Ab/ab encontrada na descendência desse cruzamento?

- a) 50%
- b) 25%
- c) 30%
- d) 100%
- \*e) 5%**

## ANEXO 2

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA / UFSC – COPERVE  
 PROCESSO SELETIVO – VESTIBULAR 2004 A 2010  
 1ª FASE - PROVA DE CONHECIMENTOS GERAIS  
 QUESTÕES DE BIOLOGIA COM CONTEÚDOS DE GENÉTICA E EVOLUÇÃO

### 20. UFSC 2004



**01)** Neste ano de 2003, são comemorados os 50 anos da “descoberta” da estrutura tridimensional do DNA.

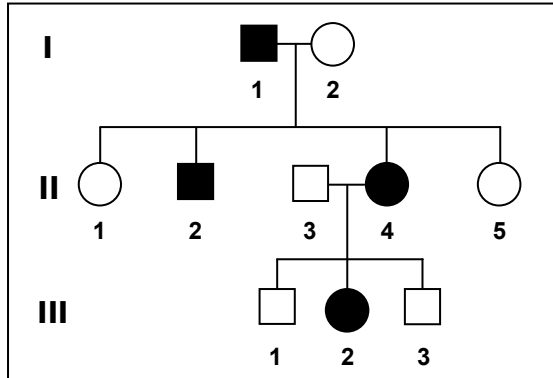
Com relação às características dessa molécula, ao papel que ela desempenha nos seres vivos e aos processos em que se encontra envolvida é **CORRETO** afirmar que:

- 01. Em alguns organismos primitivos, ela apresenta apenas uma fileira de nucleotídeos.
- 02. Nela está contida a informação genética necessária para a formação de um organismo.
- 04. Ela tem a capacidade de se autoduplicar.
- 08. Em sua composição é possível encontrar quatro bases nitrogenadas diferentes: a adenina, a citosina, o aminoácido e a proteína.
- 16. A mensagem nela contida pode ser transcrita para uma outra molécula denominada RNA.
- 32. Nos organismos procariontes, ela fica estocada dentro do núcleo das células.
- 64. É formada por duas fileiras de nucleotídeos torcidas juntas em forma de hélice.

01	BIOLOGIA	07	X	X	X	X	86
----	----------	----	---	---	---	---	----

## 21. UFSC 2004

04) A figura abaixo apresenta uma genealogia hipotética.



Com relação a essa figura é **CORRETO** afirmar que:

01. Os indivíduos II - 3 e II - 4 representam, respectivamente, um homem e uma mulher.
02. Os indivíduos I - 1 e II - 2, por exemplo, são indivíduos afetados pela característica que está sendo estudada, enquanto II - 1 e III - 3 não o são.
04. III - 1 é neto(a) de I - 1 e I - 2.
08. III - 2 é sobrinho(a) de II - 5.
16. II - 3 não tem nenhuma relação genética com I - 2.
32. II - 1 é mais jovem do que II - 5.
64. Com exceção de II - 3, os demais indivíduos da segunda geração são irmãos.

04		07	X	X	X	X	X	X	95
----	--	----	---	---	---	---	---	---	----

## 22. UFSC 2004

05) Os fatores evolutivos são aqueles que levam ao desequilíbrio das freqüências gênicas das populações.

Com relação a esse assunto é **CORRETO** afirmar que:

01. Alterações destas freqüências, devidas a fatores casuais, são mais sentidas em populações pequenas, sendo este fenômeno conhecido como oscilação ou deriva genética.
02. A migração, entrada e/ou saída de genes das populações, é um destes fatores evolutivos.
04. A mutação gênica, apesar de ocorrer em freqüências normalmente muito baixas, é um fator gerador de variabilidade genética.

08. A seleção natural é um importante fator evolutivo, responsável pela adaptação dos tipos fenotípicos às condições a que eles são expostos, eliminando os tipos mal adaptados.
16. Ao contrário da deriva genética, fator em que não se consegue prever a direção das alterações nas frequências gênicas, a migração, a seleção natural e a mutação são fatores cujos resultados são previsíveis.
32. Caso as mutações deixem de ocorrer nas populações, o processo evolutivo ficará estagnado, podendo, no máximo, haver a extinção de espécies já existentes.

05	06	X	X	X	X	X	X	63
----	----	---	---	---	---	---	---	----

### 23. UFSC 2005

#### Questão 02

A Mitose e a Meiose são importantes processos biológicos, pois permitem que o número de cromossomos de uma célula permaneça igual, ou seja, reduzido, para possibilitar sua restauração numérica após a fecundação. Com relação aos eventos e aos resultados destes dois processos, é **CORRETO** afirmar que:

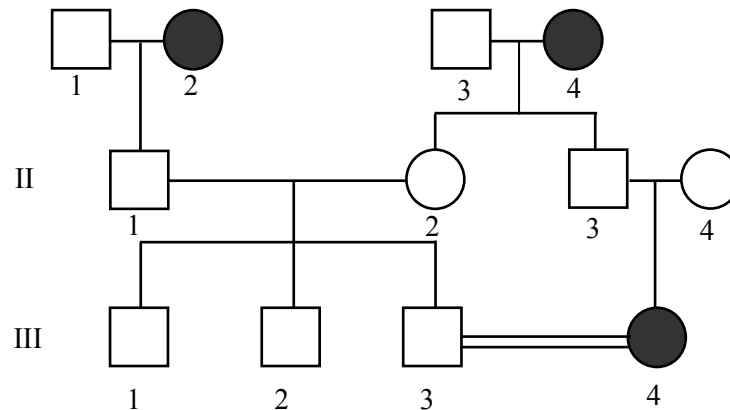
01. ao contrário da Mitose, que ocorre em todas as células, a Meiose restringe-se àquelas da linha germinativa, que produzirão gametas.
02. nos dois processos, ocorre a compactação da cromatina, fenômeno este que, além de facilitar a divisão correta dos cromossomos, impede que o material genético seja atacado por enzimas, presentes no citoplasma, que destroem o DNA.
04. uma mutação que ocorra em uma das cromátides de uma célula somática será transmitida a todas as suas células-filhas, através da divisão mitótica.
08. a Mitose é o sistema de reprodução dos organismos nos quais não existe a presença de sexo nem a formação de células germinativas.
16. se considerarmos, em uma mesma espécie, duas células-filhas, uma originada por Mitose e a outra por Meiose, a primeira conterá metade do número de cromossomos e o dobro da quantidade de DNA da segunda.
32. na Meiose, existe a possibilidade de ocorrer o fenômeno de recombinação, que é a troca de segmentos entre quaisquer dois cromossomos, gerando, com isso, alta variabilidade genética para os indivíduos envolvidos.
64. a Meiose compreende duas etapas de divisão cromossômica, sendo que, após a primeira, o número de cromossomos das células-filhas é metade do das células-mães.

02	07	X	X	X	X	75
----	----	---	---	---	---	----

## 24. UFSC 2005

## Questão 05

Na genealogia abaixo, os indivíduos que manifestam uma determinada doença hereditária são mostrados em preto. Com base na análise da mesma, assinale a(s) proposição (ões) **CORRETA(S)**.



01. Na genealogia estão representadas 2 gerações.  
 02. O padrão da herança desta doença é autossômico dominante.  
 04. Os indivíduos I - 1, II - 3 e III - 3 podem ser homocigotos.  
 08. Do casamento consanguíneo, apresentado na genealogia, existe 33,3% de possibilidade de nascer um descendente com a doença.  
 16. III - 3 e III - 4 têm 50% de probabilidade de terem um descendente portador da doença.  
 32. A doença só se manifesta nas mulheres, portanto está ligada ao cromossomo X.

05		06			X			08
----	--	----	--	--	---	--	--	----

## 25. UFSC 2005

## Questão 06

O quadro, a seguir, mostra a comparação do número de aminoácidos diferentes, nas cadeias polipeptídicas da hemoglobina de vários mamíferos. A análise bioquímica de polipeptídeos e proteínas, além de outras evidências, permite aos cientistas traçarem as linhas evolutivas dos diferentes grupos de seres vivos.

Espécies comparadas	Número de aminoácidos diferentes
homem x chimpanzé	0
homem x gorila	2
homem x macaco <i>Rhesus</i>	12
macaco <i>Rhesus</i> x gorila	14
homem x cavalo	43
cavalo x gorila	45

Com respeito ao quadro e às evidências da evolução dos seres vivos, assinale a(s) proposição (ões) **CORRETA(S)**.

01. O fato de encontrarmos a enzima tripsina desde protozoários até mamíferos não serve como uma evidência bioquímica do processo evolutivo.
02. Além do estudo das proteínas, o sequenciamento do DNA também permite estudos evolutivos.
04. Quanto à hemoglobina, o quadro mostra que o gorila é uma espécie mais próxima do homem do que o chimpanzé.
08. Análises cromossômicas também permitem traçar linhas evolutivas.
16. Com relação à hemoglobina, o cavalo apresenta maior similaridade com o gorila do que com o homem.
32. O fato de não haver diferenças entre a hemoglobina do chimpanzé e a do homem nos permite classificá-los como pertencentes ao mesmo gênero.

06		06		X		X				10
----	--	----	--	---	--	---	--	--	--	----

## 26. UFSC 2006

### Questão 23

Considere que o caráter analisado – cor da pelagem em coelhos – obedece ao proposto pela 1ª Lei de Mendel, tendo sido realizados os cruzamentos abaixo:

P	Preto x Branco
F1	100% Preto
F2	75% Preto e 25% Branco

Todos os descendentes pretos de F2 foram cruzados com os F1, resultando em 192 descendentes.

Assinale no cartão-resposta o número esperado de descendentes com pelagem branca.

R: 32

23			ABERTA							32
----	--	--	--------	--	--	--	--	--	--	----

## 27. UFSC 2006

**Questão 29**

Há na mídia uma grande quantidade de notícias envolvendo o DNA: testes de paternidade, engenharia genética, transgênicos, clonagem terapêutica e reprodutiva, terapia gênica, farmacogenômica etc. Para compreender essas notícias, é necessário conhecer a estrutura da molécula de DNA e entender seu funcionamento.

Analise os dados dos quadros a seguir, e assinale a(s) proposição (ões) **CORRETA(S)**.



01. Em **I**, observa-se que o pareamento das bases nitrogenadas do DNA é aleatório.
02. O quadro **I** mostra uma molécula de DNA cuja duplicação ocorre de forma semiconservativa, pois cada uma das fitas originais em **I** serve de molde para uma nova fita, gerando duas novas duplas hélices.
04. Em **II**, está indicado o processo de transcrição, através do qual formam-se moléculas que contêm as mesmas bases nitrogenadas presentes no DNA.
08. Em **III**, está indicado o processo de tradução, que resulta na formação de polipeptídios, cuja seqüência de aminoácidos está codificada numa molécula de ácido nucléico.
16. A deleção de um dos pares de bases na seqüência mostrada em **I** não alteraria significativamente a seqüência de aminoácidos em **III**.

29		05		X		X				10
----	--	----	--	---	--	---	--	--	--	----

28. UFSC 2007**Questão 02**

A perpetuação da vida em nosso planeta deve-se à característica mais típica dos seres vivos: sua capacidade de se reproduzir.

Sobre os mecanismos de reprodução, assinale a(s) proposição (ões) **CORRETA(S)**.

01. Os gametas são formados por divisão meiótica; a gametogênese feminina dá origem a quatro óvulos e a gametogênese masculina dá origem a quatro espermatozoides.
02. A reprodução assexuada dá origem a clones de um indivíduo e pode ser observada em bactérias, algas, fungos, plantas e animais.
04. A reprodução assexuada dá origem a clones de um indivíduo e só acontece em bactérias, algas e fungos.
08. A reprodução sexuada é importante porque promove a variabilidade genética da descendência.
16. A clonagem de seres vivos é uma técnica muito recente, que só pôde ser concretizada com o avanço da biotecnologia.
32. Gêmeos monozigóticos podem ser considerados clones um do outro.
64. A fertilização *in vitro* (técnica para a formação de bebês de proveta) é um tipo de clonagem.

02		07		X		X		X		42
----	--	----	--	---	--	---	--	---	--	----

29. UFSC 2007**Questão 03**

As anomalias cromossômicas são bastante freqüentes na população humana; um exemplo disso é que aproximadamente uma a cada 600 crianças no mundo nasce com síndrome de Down. Na grande maioria dos casos, isso se deve à presença de um cromossomo 21 extranumerário. Quando bem assistidas, pessoas com síndrome de Down alcançam importantes marcos no desenvolvimento e podem estudar, trabalhar e ter uma vida semelhante à dos demais cidadãos.

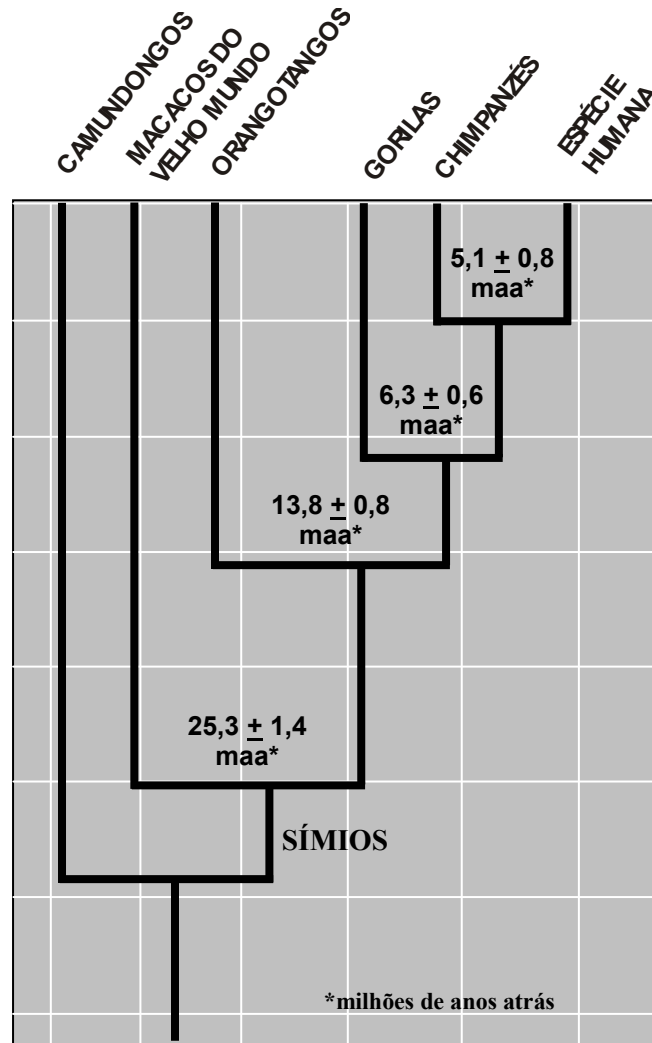
Sobre as anomalias do número de cromossomos, é **CORRETO** afirmar que:

01. podem ocorrer tanto na espermatogênese quanto na ovulogênese.
02. ocorrem mais em meninas do que em meninos.
04. ocorrem somente em filhos e filhas de mulheres de idade avançada.
08. estão intimamente ligadas à separação incorreta dos cromossomos na meiose.
16. ocorrem ao acaso, devido a um erro na gametogênese.
32. ocorrem preferencialmente em populações de menor renda, com menor escolaridade e pouca assistência médica.
64. podem acontecer devido a erros na duplicação do DNA.

03		07		X		X		X		25
----	--	----	--	---	--	---	--	---	--	----

30. UFSC 2007

Questão 04



AMABIS, JM; MARTHO, G. *Biologia das populações*. Filogenia publicada na revista científica *New Scientist*, maio 2003, 2. ed. São Paulo: Moderna, 2004.

De acordo com a figura acima, assinale a(s) proposição(ões) **CORRETA(S)**.

01. A espécie humana e os camundongos originaram-se de um mesmo ancestral.
02. Os chimpanzés compartilham maior número de genes com os gorilas do que com a espécie humana, pois a distância entre gorilas e chimpanzés é menor que a distância entre os chimpanzés e a espécie humana.
04. Os primatas mais evoluídos são os da espécie humana, seguidos dos chimpanzés, dos gorilas, dos orangotangos e finalmente dos macacos do velho mundo.
08. Na escala evolutiva, os macacos mais próximos da espécie humana são os chimpanzés, seguidos dos gorilas e orangotangos.
16. A espécie humana originou-se dos chimpanzés, que se originaram dos gorilas, que se originaram dos orangotangos, que por sua vez se originaram dos macacos do velho mundo.

04

05

X

X

09

31. UFSC 2007**Questão 08**

Considere um gene que apresenta 3 alelos, aqui denominados *alfa*, *beta* e *gama*. Considere que os alelos *alfa* e *beta* são co-dominantes e *gama* é recessivo em relação a ambos. Tal gene deve determinar:

01. três fenótipos, correspondentes a cinco genótipos.
02. três fenótipos, cada um correspondente a um genótipo.
04. quatro fenótipos, cada um correspondente a dois genótipos.
08. seis fenótipos, correspondentes a quatro genótipos.
16. quatro fenótipos, correspondentes a seis genótipos.

08		05					X			16
----	--	----	--	--	--	--	---	--	--	----

32. UFSC 2008**Questão 07**

Sobre os cromossomos **X** e **Y**, responsáveis pela determinação cromossômica do sexo da espécie humana, é **CORRETO** afirmar que:

01. todos os homens normais receberam o cromossomo Y de seu avô paterno, mas nem todos receberam o cromossomo X de sua avó materna.
02. todas as mulheres normais receberam um cromossomo X de sua avó paterna, mas nem todas receberam um cromossomo X de sua avó materna.
04. todos os genes presentes nos cromossomos **X** e **Y** são responsáveis pelo desenvolvimento sexual de um indivíduo.
08. apenas o cromossomo **X** tem genes responsáveis pelo desenvolvimento sexual, pois o cromossomo **Y** tem poucos genes.
16. todos os genes do cromossomo **Y** são responsáveis pelo desenvolvimento sexual masculino.
32. o sistema **XY** de determinação cromossômica do sexo está presente apenas na espécie humana.
64. os cromossomos **X** e **Y** são assim denominados porque apresentam a forma de um **X** e de um **Y**.

07		07	X	X					03
----	--	----	---	---	--	--	--	--	----

33. UFSC 2008**Questão 08**

Jean-Baptiste Antoine de Monet (1744-1829), também chamado Jean-Baptiste Lamarck, e Charles Darwin (1809-1882) deram importante contribuição para o pensamento evolucionista.

Sobre suas idéias, é **CORRETO** afirmar que:

01. Lamarck acreditava que a adaptação dos seres vivos ao ambiente era resultado de modificações lentas e graduais ao longo de inúmeras gerações.
02. de acordo com Darwin, os indivíduos sofrem mutações com o propósito de melhor se adaptarem ao meio em que vivem, e assim deixarem descendentes mais bem adaptados.
04. de acordo com Lamarck, o uso freqüente e repetido de um órgão o fortalece, enquanto o desuso de tal órgão o enfraquece, processo que atualmente é conhecido como evolução divergente.
08. Darwin apresentou as observações de fósseis das ilhas Galápagos em defesa de suas idéias.

08		04	X							01
----	--	----	---	--	--	--	--	--	--	----

34. UFSC 2008**Questão 10**

Todas as formas de vida do nosso planeta têm suas informações genéticas codificadas nas seqüências de bases nitrogenadas dos ácidos nucléicos. Assinale a(s) proposição(ões) **CORRETA(S)**, considerando as informações abaixo:

**Seqüência 1** → AAAGATCCCGAATCGGTCTGGCGATTTATCG

**Seqüência 2** → TTTCTAGGGCTTAGCCAGCCGCTAAATAGC

01. As seqüências **1** e **2** são complementares no DNA e, juntas, representam um segmento de molécula de DNA.
02. Se considerarmos **1** a seqüência molde, o RNAm formado por esta seqüência conterá as mesmas bases nitrogenadas da seqüência **2**, trocando-se a timina pela uracila.
04. Na seqüência **1** estão representados 30 códons e 10 nucleotídeos.
08. A seqüência **1** pode ser a representação de um DNA ou de um RNA, dependendo de como for lida.
16. O código genético é exclusivo de cada espécie. Prova disso é que determinados aminoácidos, como por exemplo, a fenilalanina, são encontrados apenas na espécie humana.
32. Adenina, timina, citosina e guanina são aminoácidos essenciais, presentes em todos os seres vivos.
64. Com o sequenciamento do genoma humano foi possível determinar a seqüência de aminoácidos de todas as proteínas humanas.

10		07	X	X						03
----	--	----	---	---	--	--	--	--	--	----

## 35. UFSC 2009

## Questão 2

Ao final da gravidez, é comum haver pequenas rupturas placentárias que permitem a passagem de hemácias fetais para o sangue materno. A mãe, assim, pode ser sensibilizada e, dependendo de seu tipo sanguíneo e do tipo sanguíneo do feto em relação ao sistema Rh, gerar uma doença denominada eritroblastose fetal.

Com relação ao fenômeno descrito e suas conseqüências, é **CORRETO** afirmar que:

- 01. a mãe tem que ser Rh negativo.
- 02. o pai tem que ser Rh positivo.
- 04. a criança é, obrigatoriamente, homozigota.
- 08. a mãe é, obrigatoriamente, homozigota.
- 16. o pai pode ser heterozigoto.
- 32. a criança é Rh negativo.
- 64. o pai pode ser homozigoto.

02		07	X	X	X	X	X	91
----	--	----	---	---	---	---	---	----

## 36. UFSC 2009

## Questão 4

O DNA é a molécula biológica responsável pela codificação da informação genética nos seres vivos.

Sobre esse assunto, é **CORRETO** afirmar que:

- 01. a molécula de DNA é formada por duas cadeias caracterizadas por seqüências de bases nitrogenadas.
- 02. na molécula de DNA podem existir oito diferentes tipos de complementação de bases nitrogenadas.
- 04. a quantidade de adenina presente em uma das cadeias é exatamente igual à quantidade de timina da cadeia complementar.
- 08. na molécula de DNA podem existir cinco diferentes tipos de bases nitrogenadas.
- 16. no processo de mitose, cada molécula de DNA dá origem a quatro moléculas de DNA exatamente iguais.

04		05	X	X				05
----	--	----	---	---	--	--	--	----

## 37. UFSC 2009

## Questão 5

Aproximadamente uma a cada 600 crianças nasce com síndrome de Down, pois anomalias cromossômicas são freqüentes na população. Na grande maioria dos casos, isso se deve à presença de um cromossomo 21 extranumerário. Quando bem assistidas, pessoas com síndrome de Down alcançam importantes marcos no desenvolvimento e podem estudar, trabalhar e ter uma vida semelhante à dos demais cidadãos.

Sobre as anomalias no número de cromossomos, é **CORRETO** afirmar que:

- 01. ocorrem ao acaso, sempre devido a um erro na ovulogênese.
- 02. podem acontecer devido a erros na transcrição do RNA.
- 04. podem ocorrer tanto na espermatogênese quanto na ovulogênese.
- 08. ocorrem mais em meninas do que em meninos.
- 16. ocorrem somente em filhos e filhas de mulheres que dão à luz em idade avançada.
- 32. ocorrem preferencialmente em populações de menor renda, com menor escolaridade e pouca assistência médica.
- 64. estão intimamente ligadas à separação incorreta dos cromossomos na meiose.

05		07			X			X	68
----	--	----	--	--	---	--	--	---	----

## 38. UFSC 2009

## Questão 6

Existem várias provas da evolução e dentre elas podemos citar as embriológicas.

Sobre o tema, é **CORRETO** afirmar que:

- 01. as nadadeiras dos golfinhos, assim como braço e mão humanos, são ditos órgãos homólogos e são herdados de um ancestral comum.
- 02. as nadadeiras dos golfinhos e as asas das aves têm a mesma origem embrionária e diferentes funções, decorrentes da adaptação a diferentes modos de vida, processo conhecido como divergência evolutiva.
- 04. as nadadeiras dos golfinhos e as nadadeiras das tainhas são órgãos de diferentes origens embrionárias e têm a mesma função, o que é chamado de convergência evolutiva.
- 08. as asas dos insetos e as asas das aves são ditos órgãos homólogos, pois têm a mesma origem embrionária.
- 16. as nadadeiras dos golfinhos, as asas dos morcegos e os braços e as mãos dos humanos têm origem embrionária diferente.
- 32. as baleias, os golfinhos, os peixes-boi e as focas pertencem à ordem dos cetáceos, pois possuem órgãos análogos e sinérgicos em comum, como as nadadeiras e a bexiga natatória.

06		06	X	X	X				07
----	--	----	---	---	---	--	--	--	----

## 39. UFSC 2010

## Questão 34

Enzimas convertem sangue de todos os tipos em sangue “O”.

*Um método capaz de transformar em “O” sangue dos tipos A, B e AB foi criado por uma equipe internacional de pesquisadores. A técnica pode pôr fim aos problemas de suprimento nos bancos de sangue, onde falta frequentemente o tipo O negativo o mais procurado, pois pode ser recebido por qualquer paciente. A compatibilidade é fundamental para a transfusão, pois esses antígenos podem reagir com anticorpos presentes no plasma e levar à morte em alguns casos. A equipe de Qiyong Liu, da empresa ZymeQuest (EUA), obteve enzimas capazes de remover da superfície dos glóbulos vermelhos as moléculas responsáveis pela reação imune. As enzimas foram desenvolvidas em laboratório a partir de proteínas produzidas por bactérias.*

Disponível em: <<http://www.cienciahoje.uol.com.br/controlPanel/materia/view/68658>>  
Acesso em: 16 set. 2009. (Adaptado)

Sobre esse assunto, é **CORRETO** afirmar que:

01. a incompatibilidade entre grupos sanguíneos deve-se a uma reação imunológica entre proteínas dissolvidas no plasma sanguíneo e moléculas presentes na membrana das hemácias.
02. ao obter enzimas capazes de suprimir a reação imune, os cientistas podem alterar a herança genética das pessoas quanto ao tipo sanguíneo.
04. a herança dos grupos sanguíneos do sistema ABO é determinada por um gene com alelos múltiplos (polialelia).
08. o sangue das pessoas que apresentam o tipo O recebe essa denominação pois não apresenta o antígeno A ou B (aglutinogênio A ou aglutinogênio B) nem as aglutininas anti-A ou anti-B.
16. existe um pequeno número de pessoas na população mundial que pode ser erroneamente classificado como pertencente ao grupo sanguíneo O (falso O), embora não possuam genótipo correspondente a esse grupo (fenótipo Bombaim).
32. para cada fenótipo sanguíneo existente no sistema ABO só existe um genótipo possível que o determine.

34		06	X		X		X		21
----	--	----	---	--	---	--	---	--	----

## 40. UFSC 2010

## Questão 37

Seu José da Silva, um pequeno criador de porcos do Oeste do Estado de Santa Catarina, desejando melhorar a qualidade de sua criação, comprou um porco de raça diferente daquela que ele criava. Preocupado com as consequências de criar este animal junto com os outros porcos, ele discute com seu um vizinho sobre o assunto.

Parte de seu diálogo é transcrito abaixo:

SR. JOSÉ – O porco que comprei e apelidei de Napoleão é maior, mais forte e possui peso acima da média da raça que crio. Além disso, possui manchas marrons pelo corpo todo. Gostaria que boa parte de minha criação tivesse estas características.

VIZINHO – Seu José, isto vai ser muito difícil de conseguir; melhor o senhor comprar outros porcos com esse “jeitão”.

Com base nos conhecimentos de genética, assinale a(s) proposição(ões) **CORRETA(S)** sobre o assunto.

01. As preocupações do Sr. José não se justificam, pois animais com fenótipos distintos apresentam, obrigatoriamente, genótipos distintos para as mesmas características.
02. O vizinho do Sr. José tem razão, pois não se pode obter mistura de características cruzando animais de raças diferentes na mesma espécie.
04. Atualmente não se pode criar e cruzar porcos de raças diferentes, pois é impossível controlar a seleção das características geneticamente desejadas.
08. As manchas na pele do porco Napoleão são uma característica determinada geneticamente; já o peso e o tamanho resultam somente da oferta de boa alimentação.
16. Quando duas raças distintas entram em contato e seus membros passam a cruzar-se livremente, as diferenças raciais tendem a desaparecer nos descendentes devido à mistura de genes.
32. O melhoramento genético em animais que apresentam características de valor comercial é necessariamente prejudicial ao ser humano, já que não ocorre naturalmente.
64. Muitas características animais, como a fertilidade, a produção de carne e a resistência a doenças, são condicionadas por genes e dependem muito das condições nas quais os animais são criados.

37		07					X		X	80
----	--	----	--	--	--	--	---	--	---	----

#### 41. UFSC 2010

##### Questão 40

Em 2009 comemora-se 200 anos do nascimento de Charles Darwin e 150 anos da publicação do livro *A Origem das Espécies*, obra que coroou um extenso trabalho de Darwin e foi um marco no estudo da Biologia.

Sobre evolução, assinale a(s) proposição(ões) **CORRETA(S)**.

01. O francês Jean Baptiste Lamarck contribuiu de maneira significativa com o trabalho de Darwin, pois ele já defendia a ideia de que a modificação das espécies era devido à seleção natural.
02. Uma das bases da teoria de Darwin foi a Lei da Herança dos Caracteres Adquiridos, que, embora com mais de 200 anos, se mantém atual até os dias de hoje.
04. Segundo a hipótese da seleção natural, grandes modificações nos indivíduos são transmitidas de pai para filho.
08. No livro *A Origem das Espécies*, Darwin formulou a hipótese de que o ambiente selecionava os mais aptos (seleção natural), que tinham mais chances de sobreviver e deixar descendentes.
16. Os fósseis, a semelhança embriológica entre as espécies e a existência de estruturas vestigiais desprovidas de função nos animais são evidências da evolução.
32. Segundo Darwin, o aparecimento de novas mutações é influenciado pelo meio ambiente.

40		06					X	X		24
----	--	----	--	--	--	--	---	---	--	----

### ANEXO 3

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE / FURG – COPERVE  
PROCESSO SELETIVO – VESTIBULAR 2004 A 2010  
1ª FASE - PROVA DE CONHECIMENTOS GERAIS  
QUESTÕES DE BIOLOGIA COM CONTEÚDOS DE GENÉTICA E EVOLUÇÃO

#### 42. FURG 2004

**33)** A hemofilia A e a hemofilia B resultam de defeitos no processo de coagulação sangüínea, decorrentes de genes defeituosos ligados ao cromossomo X, e com padrão de expressão recessivo. Os produtos gênicos alterados são os fatores VIII e IX, relacionados à hemofilia A e B, respectivamente. A administração, nos pacientes, de transfusões de concentrados do fator ausente era a única maneira de se tratar a doença. Muitas vezes, porém, os concentrados, ou não estavam disponíveis, ou eram caros demais para serem usados em hemofílicos de muitos países. Recentemente os genes que codificam os fatores VIII e IX foram isolados, e cada gene foi introduzido em células de mamíferos mantidas em cultura. Agora os fatores são obtidos por meio de purificados dessas células, estando disponíveis em quantidade ilimitada, sem a dependência de doadores de sangue.

A mudança no processo de obtenção desses fatores para o tratamento da hemofilia somente foi possível por meio

A) da mesma tecnologia que produziu a ovelha Dolly, que possibilitou a clonagem de um mamífero.

B) dos avanços na área de transferência de embriões, que possibilitou o melhoramento animal.

**XC) da tecnologia do DNA recombinante, que possibilitou a transferência de genes de um organismo para outro.**

D) da pesquisa em células totipotentes, como as células-tronco.

E) do conhecimento sobre a herança dos grupos sangüíneos humanos.

#### 43. FURG 2004

**34)** As variações que ocorrem em uma classe especial do DNA repetitivo, chamado de DNA minissatélite, são utilizadas para a geração de um padrão de bandas, ou fragmentos de DNA, para a identificação individual. Esse padrão pode ser comparado a uma impressão digital, existindo uma probabilidade muito baixa de que dois indivíduos apresentem o mesmo padrão de bandas, a não ser, é evidente, que eles sejam gêmeos idênticos ou organismos clonados. Essas impressões digitais de DNA são atualmente utilizadas para a investigação de paternidade, além de constituírem um instrumento forense poderoso. Sabendo que os padrões de bandas de dois genitores são passados para seus filhos de modo Mendeliano, em que a prole possui cromossomos homólogos de origem materna e paterna, relacione as colunas abaixo, de modo a responder qual a porcentagem aproximada de bandas de DNA, que são compartilhadas entre

(1) 0%

(2) 50%

(3) 100%

- ( ) um filho e seu pai.
- ( ) células epiteliais de um criminoso e o seu sangue obtido na cena do crime.
- ( ) o sangue de um criminoso e o seu esperma obtido da roupa da vítima.
- ( ) a ovelha Dolly e a ovelha Finn Dorset, que doou o núcleo celular para o processo de clonagem que lhe deu origem.
- ( ) a ovelha Dolly e a ovelha Blackface, que doou o ovócito enucleado para o processo de clonagem que lhe deu origem.

A alternativa que contém a seqüência numérica correta, lida de cima para baixo, é

- A) 2, 3, 2, 1, 3.
- XB) 2, 3, 2, 3, 1.**
- C) 2, 3, 3, 3, 1.
- D) 1, 3, 3, 3, 1.
- E) 1, 2, 3, 1, 2.

#### 44. FURG 2004

**42)** *Staphylococcus aureus* é uma bactéria que causa infecções perigosas em humanos que estejam se recuperando de intervenções cirúrgicas, que sejam vítimas de queimaduras, ou que apresentem feridas pelo corpo. Em 1941, as pessoas infectadas por essa bactéria podiam ser tratadas com penicilina G, um antibiótico que inibe a síntese da parede celular bacteriana. Mas, em 1944, algumas linhagens de bactérias já eram resistentes à penicilina e a drogas relacionadas. A indústria farmacêutica começou, então, a sintetizar meticilina, que era eficiente no controle das infecções por *S. aureus*. Ocorre que, na década de 80, novas linhagens também já eram resistentes a esse antibiótico e a drogas estruturalmente similares, evidenciando modificação na estrutura de um elemento da sua parede celular, de modo que essas drogas não se ligavam mais à parede.

Que processos evolutivos agiram sobre as populações de *S. aureus*?

- A) Herança de caracteres adquiridos e seleção.
- B) Mutação e deriva genética.
- C) A lei do uso e desuso e seleção.
- D) Mutação e herança dos caracteres adquiridos.
- xE) Mutação e seleção.**

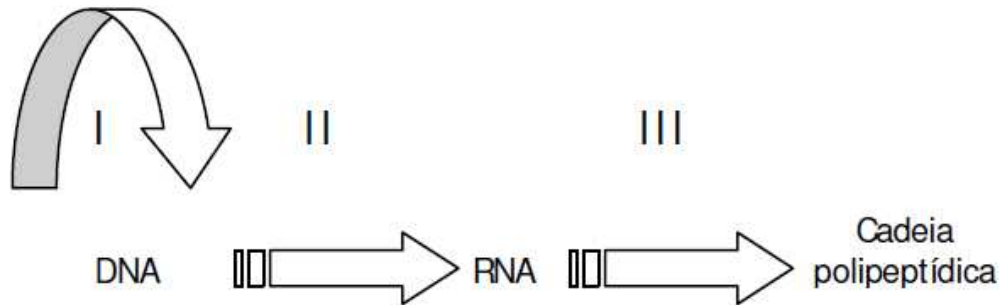
#### 45. FURG 2005

**39.** Uma população de drosófilas está sendo estudada quanto a duas características: cor de olho (vermelho ou púrpura) e tipo de asa (normal ou vestigial). Foi estimado que 45% dos espécimes apresentam “olho vermelho” e “asa normal”, enquanto 45% apresentam “olho cor púrpura” e “asa vestigial”. Os tipos “olho vermelho” e “asa vestigial”, assim como “olho cor púrpura” e “asa normal” são menos comuns, ocorrendo em uma porcentagem de 5% cada. Quanto aos genes que determinam essas características, é correto afirmar que são

- A) ligados e distam 5 unidades de recombinação um do outro.
- xB) ligados e distam 10 unidades de recombinação um do outro.**
- C) ligados e apresentam 50% de recombinação.
- D) não-ligados e distam 5 unidades de recombinação um do outro.
- E) não-ligados e apresentam 50% de recombinação.

46. FURG 2005

40. O paradigma da biologia molecular é descrito no esquema abaixo:



Os mecanismos responsáveis pela manutenção e expressão da informação genética de I para III são os seguintes:

- A) replicação, duplicação e transcrição.
- xB) replicação, transcrição e tradução.**
- C) replicação, transdução e tradução.
- D) tradução, transcrição e replicação.
- E) tradução, replicação e transdução.

47. FURG 2005

41. O tuco-tuco, gênero *Ctenomys*, é um roedor subterrâneo endêmico da região Neotropical. No Rio Grande do Sul há quatro espécies de *Ctenomys* que habitam os campos arenosos internos e dunas e campos arenosos da planície costeira. Eles apresentam modificações nos membros locomotores, boca e forma do corpo, relacionadas ao seu modo de vida. Na América do Norte, os similares ecológicos dos tuco-tucos são os roedores subterrâneos dos gêneros *Thomomys* e *Geomys*, com os quais não têm relações de parentesco, mas compartilham as mesmas modificações. As similaridades morfológicas existentes entre esses organismos, relacionadas ao modo de vida subterrânea, são um exemplo de

- A) seleção artificial.
- B) radiação adaptativa.
- C) homologia e analogia.
- xD) convergência adaptativa.**
- E) uso e desuso.

48. FURG 2006

44) Um dos mecanismos que origina a variação genética é a mutação que pode ocorrer por deleção ou por inserção de bases nitrogenadas. Esses tipos de mutações podem ser especialmente nocivos quando causam uma mudança no módulo ou matriz de leitura do ribossomo durante a tradução do RNA mensageiro. Essa mudança de leitura ocorre quando

- I. 3 pares de bases são inseridos.
- II. 1 par de bases é deletado.
- III. 6 pares de bases são deletados.
- IV. 2 pares de bases são inseridos ou deletados.
- V. 1 par de bases é inserido.

Quais afirmativas estão corretas?

- A) I, III e V.
- X B) I, II e III.**
- C) III e IV.
- D) I e II.
- E) II, IV e V.

#### 49. FURG 2006

**43)** A respeito do melanismo industrial, considerando a teoria sintética da evolução, pode-se afirmar que

- I. a população de mariposas da Manchester pré-industrial era variável quanto à coloração de seus indivíduos, existindo mariposas de asas claras e outra forma mutante, muito menos freqüente, com asas escuras.
  - II. a industrialização da cidade de Manchester ocasionou a morte dos líquens que cobriam os troncos escuros das árvores. As mariposas com asas claras, anteriormente camufladas sobre os líquens, tornaram-se cada vez mais escuras para assemelharem-se com o novo meio.
  - III. as mariposas com asas claras que ficavam camufladas nos troncos cobertos por líquens, com a industrialização na cidade, começaram a ser predadas por pássaros. As mariposas com asas escuras, por serem menos predadas, aumentaram em freqüência na população.
  - IV. a mudança ambiental, causadora da morte dos líquens, induziu o aumento lento e gradual da cor nas asas das mariposas. A mudança adquirida era transmitida às gerações seguintes, perpetuando-se na população.
  - V. após a morte dos líquens, as mariposas com asas escuras tinham uma maior probabilidade de sobrevivência, transmitindo seus genes para os descendentes. As mariposas com asas claras deixavam menos prole, e com o suceder de gerações representavam uma porcentagem muito pequena da população.
- Assinale a alternativa em que todas as afirmativas estão corretas.

- A) I, II e V.
- B) I, III e V.
- C) I, III e IV.
- D) II, III e V.
- E) II, III e IV.

#### 50. FURG 2006

**45)** Assinale a alternativa que apresenta todas as possibilidades de gametas, formados a partir de um indivíduo com o genótipo AaBbCc.

- A) Aa, Bb, Cc.
- B) ABC, abc.
- X C) ABC, ABc, AbC, Abc, aBC, aBc, abC, abc.**
- D) AB, AC, Ab, Ac, aB, aC, ab, ac.
- E) ABC, ABc, AbC, Abc.

51. FURG 2007

44) Utilize os conceitos enumerados para completar as afirmativas abaixo:

- (1) evolução
- (2) teoria sintética da evolução
- (3) lei da transmissão das características adquiridas
- (4) convergência adaptativa
- (5) seleção natural

I. O mecanismo defendido por Darwin para explicar a adaptação dos organismos ao ambiente é conhecido como ( ).

II. A idéia de que o desenvolvimento de um órgão pelo uso intensivo é herdado pela prole é conhecida como ( ).

III. A idéia de que todos os organismos estão ligados por laços de ancestralidade e descendência com modificação é conhecida como ( ).

IV. A idéia que considera o desenvolvimento de estruturas e formas corporais semelhantes por adaptação a ambientes parecidos é conhecida como ( ).

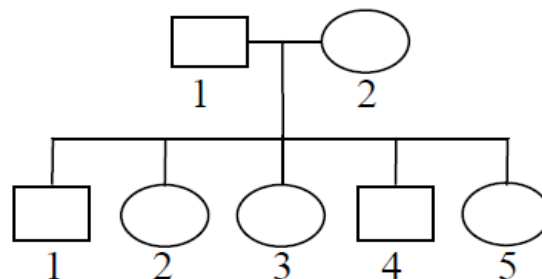
V. A mutação, recombinação e seleção natural são os principais fatores evolutivos considerados pela ( ).

Assinale a alternativa que apresenta a seqüência numérica, lida de cima para baixo, que completa corretamente as afirmativas:

- A) 5, 3, 4, 2 e 1
- B) 5, 3, 1, 4 e 2
- C) 1, 3, 4, 5 e 2
- D) 1, 4, 3, 5 e 2
- E) 2, 5, 1, 3 e 4

52. FURG 2007

45) João e Maria são do tipo sanguíneo A e sua descendência, representada na genealogia abaixo, é composta de três filhos (1, 3 e 4) do tipo sanguíneo A e dois (2 e 5) do tipo O.



A partir dessas informações, pode-se afirmar que:

- I. João e Maria são heterozigotos IAi e IAi.
- II. João e Maria possuem os tipos sanguíneos A e O, respectivamente.
- III. a chance de João e Maria terem um filho do sexo masculino e do tipo sanguíneo O é 1/8.
- IV. a chance de João e Maria terem um filho de qualquer sexo do tipo sanguíneo O é 1/2.
- V. cada vez que João e Maria tiverem um filho de qualquer sexo, a chance de ter um filho do tipo sanguíneo O será 1/4.

Quais afirmativas estão corretas?

- A) II, III e IV.
- B) I, II e IV.
- C) I, III e V.
- D) I, IV e V.
- E) II, IV e V.

53. FURG 2008

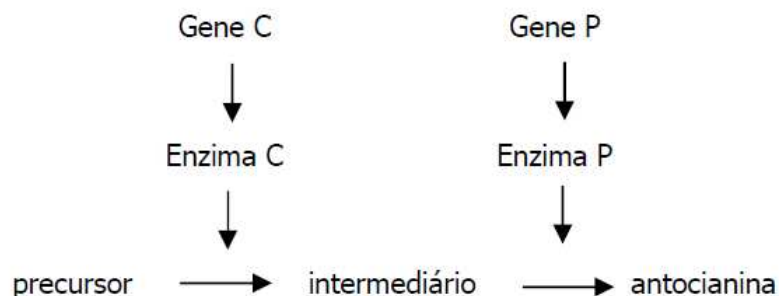
- 32)** Quanto aos processos de divisão celular em humanos, é correto afirmar que
- A) as células somáticas sofrem meiose, que é um processo pelo qual uma célula mãe (com 46 cromossomos) origina duas células filhas (com 23 cromossomos).
- B) as células da epiderme sofrem mitose, que é um processo pelo qual uma célula mãe (com 23 cromossomos) origina duas células filhas (com 46 cromossomos).
- C) as células reprodutivas sofrem meiose, que é um processo pelo qual uma célula mãe (com 46 cromossomos) origina quatro células filhas (com 23 cromossomos).**
- D) os gametas são produzidos através de mitose, que é um processo pelo qual uma célula mãe (com 46 cromossomos) origina quatro células filhas (com 23 cromossomos).
- E) as células somáticas sofrem mitose, que é um processo pelo qual uma célula mãe (com 23 cromossomos) origina duas células filhas (com 46 cromossomos).

54. FURG 2008

- 33)** Considere um casal, ambos heterozigotos, para duas anomalias genéticas diferentes: polidactilia (autossômica dominante) e albinismo (autossômica recessiva). Qual a probabilidade de gerar o primeiro filho com as duas anomalias?
- A) 1/16
- B) 1/4
- C) 1/8
- D) 3/16**
- E) 3/8

55. FURG 2008

- 34)** A via biossintética abaixo mostra o “caminho” para a formação do pigmento antocianina que dá a coloração das flores em ervilhas com os seus respectivos genes. As enzimas C e P devem ser produzidas, para que haja o pigmento antocianina, do contrário as flores serão brancas.



Assinale a alternativa que apresenta a relação entre os genes que produzem essas enzimas.

- A) Recessividade.
- B) Dominância.
- C) Epistasia.**
- D) Co-dominância.
- E) Semi-dominância.

**56. FURG 2009**

**33)** Assinale a alternativa que contém a afirmação correta a respeito da evolução biológica.

- A) As mudanças no material genético que produzem a variabilidade nas espécies pode ser o resultado da competição.
- B) De acordo com a teoria da evolução, os mamíferos devem aparecer no registro fóssil em época posterior aos répteis.
- C) Quando organismos proximalmente relacionados desenvolvem características similares, diz-se que ocorreu convergência evolutiva.
- D) A teoria da herança dos caracteres adquiridos foi brilhantemente enunciada por Charles Darwin.
- E) De acordo com a teoria da evolução, as diferenças entre as espécies é o resultado da ação de agentes mutagênicos.

**57. FURG 2009**

**34)** Numa determinada planta, os locos gênicos A, B e C estão ligados no mesmo cromossomo. Estes locos foram mapeados nas seguintes distâncias: A-B = 12 centimorgans; B-C = 8 centimorgans. Foi feito um cruzamento entre uma planta heterozigota AbC/aBc com outra de genótipo homozigoto recessivo para os três locos.

Um dos genótipos resultantes foi ABC/abc.

Escolha a alternativa que represente a frequência esperada para este genótipo.

- A) 0,0096
- B) 0,012
- C) 0,024
- D) 0,08
- E) 0,0048

**58. FURG 2009**

**35)** Uma mulher normal, casada com um homem normal, é encaminhada a um médico geneticista, pois possui uma irmã com fibrose cística (doença autossômica recessiva). Por coincidência, seu marido teve um irmão, já falecido, que sofria de fibrose cística. O casal quer saber qual a probabilidade de terem uma criança com o mesmo problema. Com os dados apresentados, o geneticista chegou à conclusão de que a probabilidade de o casal ter uma criança com fibrose cística é de

- A) 1/4
- B) 1/8
- C) 1/6
- D) 1/9
- E) 1/2

**59. FURG 2010**

**39)** Imagine que, num canil, existem cães amarelos e cães brancos, todos da mesma raça. Com relação ao comportamento, alguns destes cães são ferozes e outros são dóceis, independente da cor. Suponhamos que a genética destes cães seja conhecida e que o amarelo seja determinado por um gene dominante ligado ao cromossomo X, enquanto que o branco é determinado pelo seu alelo recessivo. O comportamento dócil é determinado por um gene autossômico dominante e o feroz por seu alelo recessivo. Digamos que você receba a encomenda de um filhote macho branco e dócil.

Se você tiver o cruzamento entre uma fêmea branca feroz com um macho amarelo e dócil, heterozigoto, a probabilidade de nascer um cão com o fenótipo encomendado será de:

- A) 75%
- B) 50%
- X C) 25%**
- D) 0%
- E) 100%

**60. FURG 2010**

**40)** Sabe-se que a teoria da evolução orgânica é apoiada por numerosas linhas de evidências.

Abaixo são colocadas algumas afirmações que podem ou não apoiar a teoria da evolução orgânica.

I – Existência de um padrão fundamental similar na estrutura de sistemas e de órgãos (homologia), verificado pelo estudo comparado da anatomia.

II – As fases do desenvolvimento embrionário (ontogenia) repetem a seqüência de mudanças evolutivas da espécie (filogenia).

III – As evidências fornecidas pelos fósseis são importantes no sentido de que esses descrevem, exatamente, as formas extintas de vida na seqüência em que ocorreram.

IV – São de grande importância as evidências que surgem do estudo da distribuição geográfica de plantas e animais.

Com base nas afirmativas acima, podemos dizer que, apenas,

- A) III e IV estão corretas.
- X B) I, III e IV estão corretas.**
- C) I e II estão corretas.
- D) I, II, III e IV estão corretas.
- E) I, II e III estão corretas.

## ANEXO 4

EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO - ENEM  
PROCESSO SELETIVO – 2004 A 2010  
QUESTÕES DE BIOLOGIA COM CONTEÚDOS DE GENÉTICA E EVOLUÇÃO

### 61. ENEM 2004

57. A identificação da estrutura do DNA foi fundamental para compreender seu papel na continuidade da vida. Na década de 1950, um estudo pioneiro determinou a proporção das bases nitrogenadas que compõem moléculas de DNA de várias espécies.

Exemplos de materiais analisados	BASES NITROGENADAS			
	ADENINA	GUANINA	CITOSINA	TIMINA
Espermatozóide humano	30,7%	19,3%	18,8%	31,2%
Fígado humano	30,4%	19,5%	19,9%	30,2%
Medula óssea de rato	28,6%	21,4%	21,5%	28,5%
Espermatozóide de ouriço-do-mar	32,8%	17,7%	18,4%	32,1%
Plântulas de trigo	27,9%	21,8%	22,7%	27,6%
Bactéria <i>E. coli</i>	26,1%	24,8%	23,9%	25,1%

A comparação das proporções permitiu concluir que ocorre emparelhamento entre as bases nitrogenadas e que elas formam

**X (A) pares de mesmo tipo em todas as espécies, evidenciando a universalidade da estrutura do DNA.**

(B) pares diferentes de acordo com a espécie considerada, o que garante a diversidade da vida.

(C) pares diferentes em diferentes células de uma espécie, como resultado da diferenciação celular.

(D) pares específicos apenas nos gametas, pois essas células são responsáveis pela perpetuação das espécies.

(E) pares específicos somente nas bactérias, pois esses organismos são formados por uma única célula.

## 62. ENEM 2004

27. As cobras estão entre os animais peçonhentos que mais causam acidentes no Brasil, principalmente na área rural. As cascavéis (*Crotalus*), apesar de extremamente venenosas, são cobras que, em relação a outras espécies, causam poucos acidentes a humanos. Isso se deve ao ruído de seu “chocalho”, que faz com que suas vítimas percebam sua presença e as evitem. Esses animais só atacam os seres humanos para sua defesa e se alimentam de pequenos roedores e aves. Apesar disso, elas têm sido caçadas continuamente, por serem facilmente detectadas.

Ultimamente os cientistas observaram que essas cobras têm ficado mais silenciosas, o que passa a ser um problema, pois, se as pessoas não as percebem, aumentam os riscos de acidentes.

A explicação darwinista para o fato de a cascavel estar ficando mais silenciosa é que

- (A) a necessidade de não ser descoberta e morta mudou seu comportamento.
- (B) as alterações no seu código genético surgiram para aperfeiçoá-la.
- (C) as mutações sucessivas foram acontecendo para que ela pudesse adaptar-se.
- (D) as variedades mais silenciosas foram selecionadas positivamente.**
- (E) as variedades sofreram mutações para se adaptarem à presença de seres humanos.

## 63. ENEM 2005

37. A Embrapa possui uma linhagem de soja transgênica resistente ao herbicida IMAZAPIR. A planta está passando por testes de segurança nutricional e ambiental, processo que exige cerca de três anos. Uma linhagem de soja transgênica requer a produção inicial de 200 plantas resistentes ao herbicida e destas são selecionadas as dez mais “estáveis”, com maior capacidade de gerar descendentes também resistentes. Esses descendentes são submetidos a doses de herbicida três vezes superiores às aplicadas nas lavouras convencionais. Em seguida, as cinco melhores são separadas e apenas uma delas é levada a testes de segurança. Os riscos ambientais da soja transgênica são pequenos, já que ela não tem possibilidade de cruzamento com outras plantas e o perigo de polinização cruzada com outro tipo de soja é de apenas 1%.

A soja transgênica, segundo o texto, apresenta baixo risco ambiental porque

- (A) a resistência ao herbicida não é estável e assim não passa para as plantas-filhas.
- (B) as doses de herbicida aplicadas nas plantas são 3 vezes superiores às usuais.
- (C) a capacidade da linhagem de cruzar com espécies selvagens é inexistente.**
- (D) a linhagem passou por testes nutricionais e após três anos foi aprovada.
- (E) a linhagem obtida foi testada rigorosamente em relação a sua segurança.

## 64. ENEM 2005

41. Um fabricante afirma que um produto disponível comercialmente possui DNA vegetal, elemento que proporcionaria melhor hidratação dos cabelos. Sobre as características químicas dessa molécula essencial à vida, é correto afirmar que o DNA

- (A) de qualquer espécie serviria, já que têm a mesma composição.  
 (B) de origem vegetal é diferente quimicamente dos demais pois possui clorofila.  
 (C) das bactérias poderia causar mutações no couro cabeludo.  
 (D) dos animais encontra-se sempre envelado e é de difícil absorção.  
 (E) de características básicas, assegura sua eficiência hidratante.



### 65. ENEM 2005

44. Os transgênicos vêm ocupando parte da imprensa com opiniões ora favoráveis ora desfavoráveis. Um organismo ao receber material genético de outra espécie, ou modificado da mesma espécie, passa a apresentar novas características. Assim, por exemplo, já temos bactérias fabricando hormônios humanos, algodão colorido e cabras que produzem fatores de coagulação sanguínea humana.

O belga René Magritte (1896 – 1967), um dos pintores surrealistas mais importantes, deixou obras enigmáticas.

Caso você fosse escolher uma ilustração para um artigo sobre os transgênicos, qual das obras de Magritte, abaixo, estaria mais de acordo com esse tema tão polêmico?

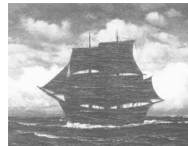
- (A) (B) (C) (D) (E)



A



B



C



D



E

ENEM 2006 Não há questões com conteúdos envolvendo genética e/ou evolução.

### 66. ENEM 2007

55. As mudanças evolutivas dos organismos resultam de alguns processos comuns à maioria dos seres vivos. É um processo evolutivo comum a plantas e animais vertebrados: A movimento de indivíduos ou de material genético entre populações, o que reduz a diversidade de genes e cromossomos.

**B sobrevivência de indivíduos portadores de determinadas características genéticas em ambientes específicos.**

C aparecimento, por geração espontânea, de novos indivíduos adaptados ao ambiente.

D aquisição de características genéticas transmitidas aos descendentes em resposta a mudanças ambientais.

E recombinação de genes presentes em cromossomos do mesmo tipo durante a fase da esporulação.

## 67. ENEM 2007

**56.** Todas as reações químicas de um ser vivo seguem um programa operado por uma central de informações. A meta desse programa é a auto-replicação de todos os componentes do sistema, incluindo-se a duplicação do próprio programa ou mais precisamente do material no qual o programa está inscrito. Cada reprodução pode estar associada a pequenas modificações do programa.

M. O. Murphy e I. O'Neill (Orgs.).

**O que é vida? 50 anos depois — especulações sobre o futuro da biologia.**

São Paulo: UNESP. 1997 (com adaptações).

São indispensáveis à execução do “programa” mencionado acima processos relacionados a metabolismo, autoreplicação e mutação, que podem ser exemplificados, respectivamente, por:

A fotossíntese, respiração e alterações na seqüência de bases nitrogenadas do código genético.

B duplicação do RNA, pareamento de bases nitrogenadas e digestão de constituintes dos alimentos.

C excreção de compostos nitrogenados, respiração celular e digestão de constituintes dos alimentos.

**D respiração celular, duplicação do DNA e alterações na seqüência de bases nitrogenadas do código genético.**

E fotossíntese, duplicação do DNA e excreção de compostos nitrogenados.

## 68. ENEM 2008

**52.** Define-se genoma como o conjunto de todo o material genético de uma espécie, que, na maioria dos casos, são as moléculas de DNA. Durante muito tempo, especulou-se sobre a possível relação entre o tamanho do genoma — medido pelo número de pares de bases (pb) —, o número de proteínas produzidas e a complexidade do organismo. As primeiras respostas começam a aparecer e já deixam claro que essa relação não existe, como mostra a tabela abaixo.

espécie	nome comum	tamanho estimado do genoma (pb)	nº de proteínas descritas
<i>Oryza sativa</i>	arroz	5.000.000.000	224.181
<i>Mus musculus</i>	camundongo	3.454.200.000	249.081
<i>Homo sapiens</i>	homem	3.400.000.000	459.114
<i>Rattus norvegicus</i>	rato	2.900.000.000	109.077
<i>Drosophila melanogaster</i>	mosca-dafruta	180.000.000	86.255

Internet: [www.cbs.dtu.dk](http://www.cbs.dtu.dk) e [www.ncbi.nlm.nih.gov](http://www.ncbi.nlm.nih.gov)

De acordo com as informações acima,

A o conjunto de genes de um organismo define o seu DNA.

B a produção de proteínas não está vinculada à molécula de DNA.

**C o tamanho do genoma não é diretamente proporcional ao número de proteínas produzidas pelo organismo.**

D quanto mais complexo o organismo, maior o tamanho de seu genoma.

E genomas com mais de um bilhão de pares de bases são encontrados apenas nos seres vertebrados.

## 69. ENEM 2008

**53.** Durante muito tempo, os cientistas acreditaram que variações anatômicas entre os animais fossem consequência de diferenças significativas entre seus genomas. Porém, os projetos de sequenciamento de genoma revelaram o contrário. Hoje, sabe-se que 99% do genoma de um camundongo é igual ao do homem, apesar das notáveis diferenças entre eles. Sabe-se também que os genes ocupam apenas cerca de 1,5% do DNA e que menos de 10% dos genes codificam proteínas que atuam na construção e na definição das formas do corpo. O restante, possivelmente, constitui DNA não-codificante. Como explicar, então, as diferenças fenotípicas entre as diversas espécies animais? A resposta pode estar na região não-codificante do DNA.

S. B. Carroll *et al.* **O jogo da evolução.**

*In: Scientific American Brasil, jun./2008 (com adaptações).*

A região não-codificante do DNA pode ser responsável pelas diferenças marcantes no fenótipo porque contém

A as seqüências de DNA que codificam proteínas responsáveis pela definição das formas do corpo.

B uma enzima que sintetiza proteínas a partir da seqüência de aminoácidos que formam o gene.

C centenas de aminoácidos que compõem a maioria de nossas proteínas.

**D informações que, apesar de não serem traduzidas em seqüências de proteínas, interferem no fenótipo.**

E os genes associados à formação de estruturas similares às de outras espécies.

## 70. ENEM 2009

**4.** Em um experimento, preparou-se um conjunto de plantas por técnica de clonagem a partir de uma planta original que apresentava folhas verdes. Esse conjunto foi dividido em dois grupos, que foram tratados de maneira idêntica, com exceção das condições de iluminação, sendo um grupo exposto a ciclos de iluminação solar natural e outro mantido no escuro. Após alguns dias, observou-se que o grupo exposto à luz apresentava folhas verdes como a planta original e o grupo cultivado no escuro apresentava folhas amareladas.

Ao final do experimento, os dois grupos de plantas apresentaram

A os genótipos e os fenótipos idênticos.

**B os genótipos idênticos e os fenótipos diferentes.**

C diferenças nos genótipos e fenótipos.

D o mesmo fenótipo e apenas dois genótipos diferentes.

E o mesmo fenótipo e grande variedade de genótipos.

## 71. ENEM 2009

7. Um novo método para produzir insulina artificial que utiliza tecnologia de DNA recombinante foi desenvolvido por pesquisadores do Departamento de Biologia Celular da Universidade de Brasília (UnB) em parceria com a iniciativa privada. Os pesquisadores modificaram geneticamente a bactéria *Escherichia coli* para torná-la capaz de sintetizar o hormônio. O processo permitiu fabricar insulina em maior quantidade e em apenas 30 dias, um terço do tempo necessário para obtê-la pelo método tradicional, que consiste na extração do hormônio a partir do pâncreas de animais abatidos.

Ciência Hoje, 24 abr. 2001. Disponível em: <http://cienciahoje.uol.com.br> (adaptado).

A produção de insulina pela técnica do DNA recombinante tem, como consequência,

A o aperfeiçoamento do processo de extração de insulina a partir do pâncreas suíno.

B a seleção de microrganismos resistentes a antibióticos.

C o progresso na técnica da síntese química de hormônios.

**D impacto favorável na saúde de indivíduos diabéticos.**

E a criação de animais transgênicos.

## 72. ENEM 2009

16. A figura seguinte representa um modelo de transmissão da informação genética nos sistemas biológicos. No fim do processo, que inclui a replicação, a transcrição e a tradução, há três formas proteicas diferentes denominadas a, b e c.



Depreende-se do modelo que

A a única molécula que participa da produção de proteínas é o DNA.

B o fluxo de informação genética, nos sistemas biológicos, é unidirecional.

C as fontes de informação ativas durante o processo de transcrição são as proteínas.

**D é possível obter diferentes variantes proteicas a partir de um mesmo produto de transcrição.**

E a molécula de DNA possui forma circular e as demais moléculas possuem forma de fita simples linearizadas.

### 73. ENEM 2009

#### **Questão 41**

Uma vítima de acidente de carro foi encontrada carbonizada devido a uma explosão. Indícios, como certos adereços de metal usados pela vítima, sugerem que a mesma seja filha de um determinado casal. Uma equipe policial de perícia teve acesso ao material biológico carbonizado da vítima, reduzido, praticamente, a fragmentos de ossos. Sabe-se que é possível obter DNA em condições para análise genética de parte do tecido interno de ossos. Os peritos necessitam escolher, entre cromossomos autossômicos, cromossomos sexuais (X e Y) ou DNAm (DNA mitocondrial), a melhor opção para identificação do parentesco da vítima com o referido casal.

Sabe-se que, entre outros aspectos, o número de cópias de um mesmo cromossomo por célula maximiza a chance de se obter moléculas não degradadas pelo calor da explosão.

Com base nessas informações e tendo em vista os diferentes padrões de herança de cada fonte de DNA citada, a melhor opção para a perícia seria a utilização

**- A do DNAm, transmitido ao longo da linhagem materna, pois, em cada célula humana, há várias cópias dessa molécula.**

- B do cromossomo X, pois a vítima herdou duas cópias desse cromossomo, estando assim em número superior aos demais.

- C do cromossomo autossômico, pois esse cromossomo apresenta maior quantidade de material genético quando comparado aos nucleares, como, por exemplo, o DNAm.

- D do cromossomo Y, pois, em condições normais, este é transmitido integralmente do pai para toda a prole e está presente em duas cópias em células de indivíduos do sexo feminino.

- E de marcadores genéticos em cromossomos autossômicos, pois estes, além de serem transmitidos pelo pai e pela mãe, estão presentes em 44 cópias por célula, e os demais, em apenas uma.

### 74. ENEM 2010

**64.** Alguns anfíbios e répteis são adaptados à vida subterrânea. Nessa situação, apresentam algumas características corporais como, por exemplo, ausência de patas, corpo anelado que facilita o deslocamento no subsolo e, em alguns casos, ausência de olhos.

Suponha que um biólogo tentasse explicar a origem das adaptações mencionadas no texto utilizando conceitos da teoria evolutiva de Lamarck. Ao adotar esse ponto de vista, ele diria que

A as características citadas no texto foram originadas pela seleção natural.

**B a ausência de olhos teria sido causada pela falta de uso dos mesmos, segundo a lei do uso e desuso.**

C o corpo anelado é uma característica fortemente adaptativa, mas seria transmitida apenas à primeira geração de descendentes.

D as patas teria sido perdidas pela falta de uso e, em seguida, essa característica foi incorporada ao patrimônio genético e então transmitidas aos descendentes.

E as características citadas no texto foram adquiridas por meio de mutações e depois, ao longo do tempo, foram selecionadas por serem adaptadas ao ambiente em que os organismos se encontram.