



JOGO BANCO GENÔMICO: TRABALHANDO COM GENES E ORGANISMOS TRANSGÊNICOS, UMA PRÁTICA PARA O ENSINO DE GENÉTICA

Luiz Ricardo de Souza Paiva¹, Emanuel Ricardo Monteiro Martinez¹, Greicy Helen Ribeiro Gambarini², José Carlos Pansonato Alves¹

¹Departamento de Morfologia, Laboratório de Biologia e Genética de Peixes, UNESP, IB, Botucatu, São Paulo

²Departamento de Genética, Laboratório Neogene, UNESP, IB, Botucatu, São Paulo

Autor para correspondência: Luiz Ricardo de Souza Paiva, Departamento de Morfologia, Laboratório de Biologia e Genética de Peixes, Instituto de Biociências, UNESP, Botucatu, SP, CEP 18618-000, Fone: 14-3811-6264.

E-mail: paivafish@ibb.unesp.br

Palavras-chave: Ensino, Jogo, Genética

Resumo

A Biologia Molecular é um dos ramos da Genética que mais tem se desenvolvido nos últimos anos. Graças a esse progresso, as informações sobre o DNA são de ampla divulgação e já fazem parte das discussões e do conhecimento popular, permeando nosso cotidiano, seja em filmes, novelas, jornais e nos demais meios de comunicação. Para discutir e desenvolver os conceitos envolvendo a estrutura, composição e a organização do DNA dentro das células, abordamos neste trabalho alguns aspectos relacionados à Biologia Molecular, através de um jogo denominado Banco Genômico. Este jogo é uma proposta de atividade que visa, de maneira lúdica, propiciar às escolas e aos professores melhores condições de se trabalhar temas como seqüenciamento, clonagem, transgênicos, estrutura do DNA, do RNA, tradução e transcrição.

Introdução

A Biologia Molecular é uma área do conhecimento que tem tido uma evolução muito rápida nos últimos anos e cada vez mais se consolida como um assunto comum do nosso cotidiano. Nesse sentido, faz-se necessário trabalhar em sala de aula os temas mais discutidos dessa área, como teste de paternidade, medicina forense, terapias gênicas, clonagem, seqüenciamento do DNA, projeto genoma e transgênicos. Porém, estes temas são de difícil abordagem no dia-a-dia escolar, gerando uma lacuna entre o conhecimento básico e o científico. Para minimizar a falta de conhecimentos prévios sobre o assunto, é preciso corrigir esta lacuna e minimizar possíveis erros conceituais. Assim tornam-se necessárias no-

vas metodologias para auxiliar no processo de ensino e aprendizagem, como práticas laboratoriais, atividades com materiais pedagógicos concretos, jogos, entre outros.

Segundo Gadotti (1993), a criança e mesmo o jovem apresentam uma resistência à escola e ao ensino porque, acima de tudo, a escola não é lúdica, não é prazerosa. O lúdico apresenta valores específicos para todas as fases da vida humana. Assim, na infância e na adolescência, o jogo, o lúdico, poderia ter uma finalidade, antes de tudo, pedagógica. Dessa forma, o jogo, como atividade lúdica, poderia ser utilizado para complementar as atividades teóricas (Gadotti, 1993).

Para Miranda (2001), o fato de o jogo ser divertido e prazeroso, caracteriza-o como uma das formas mais eficazes de ensino, podendo ser utilizado como uma estratégia para melhorar o desempenho dos estudantes em conteúdos mais complexos. O jogo representa uma importante ferramenta educacional e pode auxiliar o trabalho pedagógico nos diferentes níveis de ensino, nas diversas áreas do conhecimento, tanto em sala de aula como até mesmo fora dela (Miranda, 2001).

Neste sentido, apresentamos o jogo Banco Genômico, como mais uma ferramenta para auxiliar os professores do ensino médio no processo de ensino e aprendizagem dos temas relacionados à Biologia Molecular.

Metodologia do Jogo Banco Genômico

Materiais:

- 4 peões para os jogadores moverem-se pelo tabuleiro (podem ser eppendorfs, peças de dama, xadrez);
- 2 dados de seis faces;
- 27 miçangas de madeira (simbolização de bases marcadas);

- 27 miçangas roxas (simbolização do códon formado);
- 4 conjuntos de miçangas de letras: sendo 18 *P* para Peixe, 15 *T* para Tabaco, 15 *O* para Ovelha e 15 *B* para Bactéria (simbolização dos transgênicos formados) (Figura 5);
- 41 conjuntos de cartões com perguntas (Figura 2) e 4 cartas coringas (Figura 1);
- cartões de bases com número e cor relativos ao tabuleiro (especificado com valores dos códons, bases, transgênicos) (Figura 1);
- dinheiro fictício facilmente encontrado em lojas do tipo “1,99” (Figura 5e), sendo:
 - 24 notas no valor de R\$100,00;
 - 24 no valor de R\$50,00;
 - 16 no valor de R\$20,00;
 - 48 no valor de R\$10,00;
 - 48 no valor de R\$5,00;
 - 24 no valor de R\$2,00;
 - 52 no valor de R\$1,00.
- Quatro cartões com informações das bases que iniciam a seqüência do gene transgênico (Figura 4);
- um tabuleiro (Figura 3).

Regras do Jogo:

- 1- *Distribuição das peças* - o professor deverá distribuir o dinheiro para cada jogador da seguinte forma:
 - 10 notas de R\$1,00;
 - 4 notas de R\$2,00;
 - 8 notas de R\$5,00;
 - 8 notas de R\$10,00;
 - 3 notas de R\$20,00;
 - 4 notas de R\$50,00;
 - 4 notas de R\$100,00.
 O restante do dinheiro ficará com o professor. O professor deverá também entregar um cartão informativo e um peão a cada jogador (Figuras 4 e 5);
- 2- *Início do jogo* - começará o jogo quem tirar nos dados o maior número. O ganhador jogará novamente os dados e o número alcançado indicará as casas que serão percorridas no tabuleiro (bases nitrogenadas numeradas) (Figura 3). O jogo deverá ser realizado no sentido horário;
- 3- *Após mover-se no tabuleiro*, o jogador poderá:
 - a.** comprar a base na “casa” alcançada no valor de R\$ 10,00. O jogador comprará do professor, um cartão simbolizando a base, sendo que toda e qualquer base terá este valor na primeira compra;
 - b.** atingir a “casa” com o símbolo de interrogação. Neste caso, o jogador deverá retirar uma carta de perguntas (as cartas devem estar viradas para baixo e serem retiradas ao acaso) (Figura 2). O jogador responderá a questão e, se acertar, receberá R\$ 10,00 e, se errar, deverá pagar este valor ao banco gerenciado pelo professor. Quando retirar a carta “coringa” representada pelo ponto de interrogação, o jogador terá

- o direito de não responder, sem perdas (Figura 1);
- c.** atingir a “casa” simbolizada por um organismo (Figura 3). Neste caso não haverá ação desde que o jogador não tenha formado ainda o códon, pois este lhe dará o direito de formar um organismo geneticamente modificado (OGM);
- d.** alcançando as bases de outros jogadores (marcadas com a miçanga de madeira) já seqüenciadas, deverá pagar o valor da base escrito no cartão (Figura 1), ao jogador que possuir a base;
- e.** na sua vez de jogar, comprar o direito sobre o gene caso possua a trinca de bases iniciadora, pelo preço estabelecido de R\$ 20,00 para cada base. A miçanga correspondente à base (comprada anteriormente) poderá ser vendida ao banco pela metade do preço;
- f.** outros jogadores, caindo nas “casas” dos códons (marcadas com a miçanga de cor roxa) já seqüenciados por um dos jogadores, deverão pagar o valor do códon escrito no cartão (Figura 1);
- g.** o jogador que alcançar a “casa” do organismo correspondente ao códon já obtido anteriormente poderá comprar o direito a ter um transgênico, por R\$ 50,00 cada base, pago ao banco. A miçanga correspondente ao códon (comprada anteriormente) poderá ser vendida ao banco pela metade do preço;
- h.** outros jogadores, caindo nas “casas” dos transgênicos (marcadas com a miçanga de letra correspondente ao organismo) já seqüenciados por um dos jogadores, deverão pagar o valor do transgênico escrito no cartão (Figura 1).

Observações:

- a)** Os jogadores, em sua vez, poderão negociar entre si os cartões das bases (Figura 1) com a finalidade de formar as trincas (códon iniciadores);
- b)** O cartão informativo (Figura 4) contém informações dos códons iniciadores de determinados genes a serem inseridos em diferentes organismos;
- c)** A compra das bases é fixa: R\$10,00 cada. A compra do códon é fixa: R\$20,00 por base. A compra do transgênico é fixa: R\$50,00 por base;
- d)** Caso o jogador possua dois ou mais códons para um mesmo organismo, ele só poderá fazer um transgênico por vez;
- e)** O professor ficará livre para alterar as miçangas quanto à forma e à cor (Figura 5);
- f)** As perguntas e respostas também podem ser alteradas de acordo com os conceitos abordados pelo professor (Anexo 1).

Discussão

O jogo baseia-se num conhecido jogo de tabuleiro chamado *Banco Imobiliário*, que pode ser jogado por quatro jogadores e um orientador (no caso o professor), que coordenará as atividades. No decorrer do jogo, o jo-

gador entrará em contato direto com o processo de formação de genes, seu seqüenciamento e sua utilização. Poderá também refletir sobre conhecimentos de duplicação de DNA, transcrição, tradução, códons, organismos transgênicos, estrutura do DNA, clonagem, extração de DNA, PCR, ética e demais temas da Biologia Molecular. No jogo, os jogadores devem comprar as bases necessárias para formar os códons, que são iniciadores necessários para formar uma seqüência de DNA de um gene de interesse. Já os genes são necessários para construir um organismo transgênico.

No desenvolvimento do jogo é importante que o professor crie uma história ou um contexto sobre as bases da Biologia Molecular e/ou sobre o funcionamento dos laboratórios de pesquisa e dos órgãos responsáveis pelo apoio à pesquisa, para que os alunos entendam e participem mais intensamente da atividade. Como exemplo, o professor pode atuar no papel de dois personagens, como presidente de um “banco” que financia laboratórios de pesquisa ou no papel de um pesquisador-chefe, coordenando um laboratório e seus pesquisadores. Os alunos participam como pesquisadores realizando seqüenciamento e desenvolvendo organismos transgênicos, gerando, assim, uma “corrida” em busca de novos genes e organismos geneticamente modificados.

Devido à complexidade do jogo, ao abordar muitos temas da Biologia Molecular, torna-se difícil determinar um tempo total da atividade e que a mesma seja

aplicada sem conhecimentos prévios dos alunos. O jogo Banco Genômico poderá ser aplicado após o professor abordar temas em Biologia Molecular. O professor deverá adequar o grau de dificuldade das questões de acordo com os conteúdos previamente abordados. Sugerimos também que o professor pré-estabeleça um tempo de início e término do jogo, tomando como base o número de aulas disponíveis. O jogo também poderá ser utilizado como atividade extraclasse, para a qual o professor terá mais tempo para trabalhar os conceitos abordados em sala de aula.

Agradecimentos

Agradecemos à Prof. Dra. Maria Júlia Corazza Nunes por proporcionar esta iniciação pedagógica no ensino de genética; ao Laboratório de Biologia e Genética de Peixes por ceder o espaço físico para o desenvolvimento deste trabalho.

Referências

- Brown, T. A. (1999) Genética um enfoque molecular. 3ª Ed., Guanabara Koogan. Rio de Janeiro, R.J.
- Farah, S. B. (2000) DNA: Segredos e Mistérios. Savier. São Paulo. SP.
- Gadotti, M. (1993) A organização do trabalho na escola: alguns pressupostos. São Paulo: Ed. ÁTICA.
- Miranda, S. (2001) No fascínio do jogo, a alegria de aprender. Ciência Hoje, v.28, n.168, p.64-66.

A ¹³ Base: R\$ 5,00 Códon: R\$ 10,00 Transgênico: 50,00	A ²¹ Base: R\$ 5,00 Códon: R\$ 10,00 Transgênico: 50,00	A ⁹ Base: R\$ 6,00 Códon: R\$ 12,00 Transgênico: 60,00	A ¹ Base: R\$ 6,00 Códon: R\$ 12,00 Transgênico: 60,00	A ⁸ Base: R\$ 7,00 Códon: R\$ 14,00 Transgênico: 70,00	A ¹⁷ Base: R\$ 7,00 Códon: R\$ 14,00 Transgênico: 70,00	A ⁴ Base: R\$ 9,00 Códon: R\$ 18,00 Transgênico: 90,00
C ²⁴ Base: R\$ 5,00 Códon: R\$ 10,00 Transgênico: 50,00	C ⁷ Base: R\$ 10,00 Códon: R\$ 20,00 Transgênico: 100,00	C ¹⁴ Base: R\$ 10,00 Códon: R\$ 20,00 Transgênico: 100,00	C ¹⁵ Base: R\$ 5,00 Códon: R\$ 10,00 Transgênico: 50,00	C ⁶ Base: R\$ 5,00 Códon: R\$ 10,00 Transgênico: 50,00	G ¹⁹ Base: R\$ 9,00 Códon: R\$ 18,00 Transgênico: 90,00	G ⁵ Base: R\$ 10,00 Códon: R\$ 20,00 Transgênico: 100,00
G ²² Base: R\$ 6,00 Códon: R\$ 12,00 Transgênico: 60,00	G ¹⁶ Base: R\$ 10,00 Códon: R\$ 20,00 Transgênico: 100,00	G ² Base: R\$ 7,00 Códon: R\$ 14,00 Transgênico: 70,00	G ¹¹ Base: R\$ 9,00 Códon: R\$ 18,00 Transgênico: 90,00	G ³ Base: R\$ 15,00 Códon: R\$ 30,00 Transgênico: 150,00	G ²⁰ Base: R\$ 15,00 Códon: R\$ 30,00 Transgênico: 150,00	T ¹² Base: R\$ 10,00 Códon: R\$ 20,00 Transgênico: 100,00
T ²³ Base: R\$ 10,00 Códon: R\$ 20,00 Transgênico: 100,00	T ¹⁰ Base: R\$ 15,00 Códon: R\$ 30,00 Transgênico: 150,00	T ¹⁸ Base: R\$ 5,00 Códon: R\$ 10,00 Transgênico: 50,00	?	?	?	?

Figura 1. Cartões informativos com os valores das bases, códons e transgênicos e cartões coringas.

01 – Quais são as funções do detergente e do sal na solução de lise da extração de DNA?	02 – Por que a amostra homogeneizada deve ser incubada a 60°C na extração de DNA?	03 – Qual a função da centrifugação na extração dos ácidos nucleicos?	04 – O que ocorre quando o etanol gelado é adicionado na amostra na extração de DNA?	05 – O que aconteceria se a posição do gel na cuba fosse invertida, isto é, se as amostras voltadas para o eletrodo positivo?	06 – Qual a importância da matriz do gel no processo de separação dos ácidos nucleicos?
07 – Por que o RNA migra mais rápido que o DNA? a) por ser menor. b) por ser maior. c) por ser linear. d) por ser circular.	08 - Por que o azul de metileno, usado para marcar os ácidos nucleicos, sofre menos difusão nos locais onde existem ácidos nucleicos do que no restante do gel?	09 – Qual a carga dos ácidos nucleicos? a) positiva. b) negativa. c) neutra. d) n.d.a.	10 – O que garante aos laboratórios as novas descobertas científicas? a) Publicações de trabalhos. b) Leis de Patentes. c) Autorização do órgão competente. d) Todas as alternativas.	11 – Quem é considerado o pai da genética?	12 – Diga resumidamente, os passos para a obtenção de um organismo transgênico. a) Isolar o gene interesse, clonar e inserir. b) Clonar, inserir e amplificar o gene. c) Extrair o DNA, inserir e amplificar o gene.
13 – O que é um banco de cDNA? a) Banco com somente citosina. b) Banco genoma de genes ativos dos organismos. c) Banco que amplifica DNA, dá ganhos.	14 – Os genes que se distribuem de forma linear no cromossomo, em posições definidas, são chamados de: a) alelos. b) homocigotos. c) loci. d) lócus.	15 – Dê razões para a obtenção de OGMs (Organismos Geneticamente Modificados).	16 – A clonagem de um gene em um sistema de expressão adequado permite: a) grande quantidade de RNA, que é importante para a mitocôndria. b) grande quantidade de produção de proteínas de interesse. c) grande quantidade de DNA recombinante.	17 – Todos os organismos eucariontes possuem DNA? a) Apenas os vertebrados possuem DNA. b) Apenas os invertebrados não possuem. c) Todos os organismos possuem DNA.	18 – O que são OGMs? São todos obtidos por Melhoramento Genético?
19 – Pode qualquer laboratório produzir OGMs (Organismos geneticamente modificados)?	20 – Ocorre duplicação meiótica em RNA?	21 – A ovelha Dolly era um animal Transgênico?	22 – A replicação do DNA é conservativa ou semi-conservativa?	23 – O RNAm é transcrito em RNAr?	24 – A ovelha Dolly foi o primeiro mamífero de grande porte clonado?
25 – A mitose ocorre somente em células somáticas?	26– Transgênico é um organismo capaz de expressar o gene de outro organismo: certo ou errado?	27 – Quais são as bases Purícas e Pirimidícas? a) Purícas: Adenina e Guanina, Pirimidícas: Citosina, Timina e Uracila. b) Purícas: Adenina e Citosina, Pirimidícas: Citosina, Guanina e Uracila. c) Purícas: Adenina e Guanina, Pirimidícas: Citosina e Timina.	28 – No lugar da Timina, estou eu a Uracila. Que estrutura eu ajudo a formar? a) DNA. b) RNA. c) Proteínas. d) Vírus.	29 – Pode-se utilizar qualquer organismo para ser OGM (organismo geneticamente modificado)?	30 – A segunda Lei de Mendel diz: a) Herança de dois ou mais caracteres (Dibridismo, tribridismo). b) Herança de apenas um caráter. c) Herança de meio caráter.
32 – Como podem se ligar as bases nitrogenadas, umas as outras? a) Por pontes de Carbono. b) Por pontes de Nitrogênio. c) Por ponte de Hidrogênio.	33 – O DNA tem em sua estrutura 4 bases, quais são? a) adenina, timina, citosina e guanina. b) adenina, uracila, citosina e guanina. c) adenina, citosina, timina e guanina.	34 – O que significa a sigla DNA?	35 – Melhoramento e Transgenia são técnicas da Engenharia Genética. Sim ou não?	36 – O que é fenótipo?	37 – O que é genótipo?
38 – O que significa a sigla CTNDio? a) Comissão Técnica Nacional de Biossegurança. b) Comissão Técnica Natural de Biologia. c) Conjunto Tecnológico Nacional de Biossegurança.	40 – Quem descobriu a dupla fita de DNA? a) Watson e Mendel. b) Mendel. c) Darwin. d) Watson e Crick.	41 – Quantas pontes de hidrogênio ligam as bases nitrogenadas? a) Adeninas e timinas ou uracilas ligam-se por 2 pontes de hidrogênio e as guaninas e citosinas por 3 pontes de hidrogênio. b) Adeninas e timinas ou uracilas se ligam por 3 pontes de hidrogênio e as guaninas e citosinas por 2 pontes de hidrogênio. c) Adeninas e timinas ou uracilas se ligam-se por 2 pontes de hidrogênio e as guaninas e citosinas por 2 pontes de hidrogênio.			38 – A primeira Lei de Mendel diz: a) Herança de apenas um caráter (monibridismo). b) Herança de mais de um caráter (dibridismo). c) Herança multifatorial.

Figura 2. Cartões com perguntas (Brown, 1999 e Farah, 2000).



Figura 3. Tabuleiro.

GENES
 G3T11G22 = resistência à herbicida (tabaco)
 C7A19G29 = fluorescência (tabaco e peixe)
 G5C17T27 = anti-coagulante (ovelha e bactéria)
 A1G12T20 = insulina (ovelha e bactéria)
 G2A14T26 = hormônio do crescimento (todos)
 A4C15C31 = ômega 3 (todos)
 A10A23C28 = resistência ao frio (peixe e tabaco)
 A9G18G25 = gene anti-oxidante (todos)

Figura 4. Cartão informativo.



Figura 5: a. Miçangas com letras do tipo “B”; b. Miçangas com letras do tipo “O”; c. Miçangas com letras do tipo “P”; d. Miçangas com letras do tipo “T”; e. Jogo Banco Genômico.

Anexo I

Perguntas relacionadas com Genética Clássica, Estrutural e Molecular (Brown, 1999 e Farah, 2000): (Obs.: respostas das questões objetivas corretas em vermelho)

01 Quais são as funções do detergente e do sal na solução de lise da extração de DNA?

R = O detergente tem a função de “desorganizar” as membranas da célula. O detergente, assim como o sal tem a função de desnaturar as proteínas, fazendo com que o DNA fique livre de proteínas e restos celulares.

02 Por que a amostra homogeneizada deve ser incubada a 60°C na extração de DNA?

R = Nesta temperatura a ação do detergente é mais eficiente para desmanchar as membranas e proteínas

da célula, desnaturando, também, as enzimas DNA-ses, evitando a degradação do DNA.

03 Qual a função da centrifugação na extração dos ácidos nucléicos?

R = O sal adicionado na solução de lise age na desnaturação das proteínas que se tornam insolúveis e podem ser precipitadas por centrifugação. Assim, cria um gradiente em que o sobrenadante é constituído de ácidos nucléicos e, no fundo ficam os restos celulares.

04 O que ocorre quando o etanol gelado é adicionado à amostra na extração de DNA?

R = Os ácidos nucléicos não são solúveis em álcool. Assim, ao entrarem em contato com o álcool, os ácidos nucléicos precipitam na forma de filamentos esbranquiçados (álcool gelado é mais eficiente).

- 05 O que aconteceria se a posição do gel na cuba fosse invertida, isto é, se as amostras voltadas para o eletrodo positivo?**
R = Os ácidos nucleicos têm carga negativa e se movimentam para o pólo positivo. Sendo assim, como o gel é muito curto nesta direção, as amostras sairiam mais rapidamente do gel.
- 06 Qual a importância da matriz do gel no processo de separação dos ácidos nucleicos?**
R = Os ácidos nucleicos, por terem carga negativa, correm para o pólo positivo. As moléculas que compõem o gel formam um tipo de malha ou filtro, e as moléculas, eletricamente carregadas, como as dos ácidos nucleicos, vão migrando de acordo com o próprio tamanho e o tamanho dos poros do gel.
- 07 Por que o RNA migra mais rápido que o DNA?**
a) por ser menor.
b) por ser maior.
c) por ser linear.
d) por ser circular.
- 08 Por que o azul de metileno, usado para marcar os ácidos nucleicos, sofre menos difusão nos locais onde existem ácidos nucleicos do que no restante do gel?**
R = O azul de metileno é um corante acidófilo, portanto com afinidade química com os ácidos nucleicos.
- 09 Qual a carga dos ácidos nucleicos?**
a) positiva.
b) negativa.
c) neutra.
d) n.d.a.
- 10 O que garante aos laboratórios as novas descobertas científicas?**
a) Publicações de trabalhos.
b) Leis de Patentes.
c) Autorização do órgão competente.
d) Todas as alternativas.
- 11 Quem é considerado o pai da genética?**
R – Gregor Mendel
- 12 Diga, resumidamente, os passos para a obtenção de um organismo transgênico.**
a) Isolar o gene de interesse, clonar e inserir.
b) Clonar, inserir e amplificar o gene.
c) Extrair o DNA, inserir e amplificar o gene.
- 13 O que é um banco de cDNA?**
a) Banco com somente citosina.
b) Banco genoma de genes ativos dos organismos.
c) Banco que amplifica DNA, dá ganhos.
- 14 Os genes que se distribuem de forma linear no cromossomo, em posições definidas, são chamados de:**
a) alelos.
b) homozigotos.
c) loci.
d) lócus.
- 15 Dê razões para a obtenção de OGMs (Organismos Geneticamente Modificados).**
R = Produção, ganho de peso, maior número de indivíduos, produção de vacinas.
- 16 A clonagem de um gene em um sistema de expressão adequado permite:**
a) grande quantidade de RNA, que é importante para a mitocôndria.
b) grande quantidade de produção de proteínas de interesse.
c) grande quantidade de DNA recombinante.
- 17 Todos os organismos eucariontes possuem DNA?**
a) Apenas os vertebrados possuem DNA.
b) Apenas os invertebrados não possuem.
c) Todos os organismos possuem DNA.
- 18 O que são OGMs? São todos obtidos por Melhoramento Genético?**
R = Organismos geneticamente modificados (OGMs). Não, o melhoramento não envolve apenas transgenia, existem também os métodos clássicos, através de seleção de caracteres e de cruzamentos dirigidos.
- 19 Pode qualquer laboratório produzir OGMs (Organismos geneticamente modificados)?**
R = Não. O laboratório tem que ter a liberação da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio).
- 20 Na duplicação meiótica dos RNAs ocorre crossing-over?**
R = Não. Só ocorre na duplicação meiótica do DNA.
- 21 A ovelha Dolly era um animal Transgênico?**
R = Não. A ovelha Dolly era uma animal clonado.
- 22 A replicação do DNA é conservativa ou semi-conservativa?**
R = Semi-conservativa.
- 23 O RNAm é transcrito em RNAr?**
R = Errado. É transcrito em aminoácidos que formarão proteínas.
- 24 A ovelha Dolly foi o primeiro mamífero de grande porte clonado?**
R = Sim.

- 25 A mitose ocorre somente em células somáticas?**
R = Errado. A mitose também ocorre em células gaméticas.
- 26 Transgênico é um organismo capaz de expressar o gene de outro organismo: certo ou errado?**
R = Certo.
- 27 Quais são as bases Púricas e Pirimídicas?**
a) Púricas: Adenina e Guanina; Pirimídicas: Citosina, Timina e Uracila.
b) Púricas: Adenina e Citosina; Pirimídicas: Citosina, Guanina e Utracila.
c) Púricas: Adenina e Guanina; Pirimídicas: Citosina e Timina.
- 28 No lugar da Timina, estou eu a Uracila. Que estrutura eu ajudo a formar?**
a) DNA.
b) RNA.
c) Proteínas.
d) Vírus.
- 29 Pode-se utilizar qualquer organismo para ser OGM (organismo geneticamente modificado)?**
R = Sim.
- 30 A segunda Lei de Mendel diz:**
a) Herança de dois ou mais caracteres (Diíbridismo, triíbridismo).
b) Herança de apenas um caráter.
c) Herança de meio caráter.
- 31 Todos os organismos possuem membrana nuclear?**
a) Apenas os eucariontes.
b) Apenas os procariontes.
c) Procariontes e eucariontes.
- 32 Como podem ser ligadas as bases nitrogenadas umas às outras?**
a) Por pontes de Carbono.
b) Por pontes de Nitrogênio.
c) Por ponte de Hidrogênio.
- 33 O DNA tem em sua estrutura 4 bases, quais são?**
a) adenina, timina, citosina e guanina.
b) adenina, uracila, citosina e guanina.
c) adenina, citosinina, timina e guanina.
- 34 O que significa a sigla DNA?**
R = Ácido Desoxirribonucléico.
- 35 Melhoramento e Transgenia são técnicas da Engenharia Genética. Sim ou não?**
R = Sim.
- 36 O que é fenótipo?**
R = Fenótipo é a expressão do conjunto do genoma nuclear com o ambiente.
- 37 O que é genótipo?**
R = Genótipo é o genoma nuclear.
- 38 A primeira Lei de Mendel diz:**
a) Herança de apenas um caráter (monoíbridismo).
b) Herança de mais de um carácter (diíbridismo).
c) Herança multifatorial.
- 39 O que significa a sigla CTNBio?**
a) Comissão Técnica Nacional de Biossegurança.
b) Comissão Técnica Natural de Biologia.
c) Comissão Técnica Nacional de Biologia.
d) Conjunto Tecnológico Nacional de Biossegurança.
- 40 Quem descobriu a dupla fita de DNA?**
a) Watson e Mendel.
b) Mendel.
c) Darwin.
d) Watson e Crick.
- 41 Quantas pontes de nitrogênio ligam as bases nitrogenadas?**
a) adeninas e timinas ou uracilas ligam-se por 2 pontes de hidrogênio e as guaninas e citosinas, por 3 pontes de hidrogênio.
b) adeninas e timinas ou uracilas se ligam por 3 pontes de hidrogênio e as guaninas e citosinas por 2 pontes de hidrogênio.
c) adeninas e timinas ou uracilas ligam-se por 2 pontes de hidrogênio e as guaninas e citosinas, por 2 pontes de hidrogênio.