



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE BIOLOGIA

SIMONE GARCIA SILVA

DNA: DA DESCOBERTA AOS TRANSGÊNICOS
Desenvolvimento de sequência didática e jogo educativo para alunos do ensino médio público do Estado de São Paulo

CAMPINAS – SP

2020

SIMONE GARCIA SILVA

DNA: DA DESCOBERTA AOS TRANSGÊNICOS

Desenvolvimento de sequência didática e jogo educativo para alunos do ensino médio público do Estado de São Paulo

Dissertação apresentada ao instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas, como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de Mestra em Ensino de Biologia, na área de Ensino de Biologia

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Menossi Teixeira

ESTE ARQUIVO DIGITAL CORRESPONDE À
VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO DEFENDIDA
PELA ALUNA SIMONE GARCIA SILVA E
ORIENTADA PELO PROF. DR. MARCELO
MENOSSO TEIXEIRA.

CAMPINAS – SP

2020

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca do Instituto de Biologia
Mara Janaina de Oliveira - CRB 8/6972

Si38d Silva, Simone Garcia, 1982-
Dna : da descoberta aos transgênicos : desenvolvimento de sequência didática e jogo educativo para alunos do ensino médio público do estado de São Paulo / Simone Garcia Silva. – Campinas, SP : [s.n.], 2020.

Orientador: Marcelo Menossi Teixeira.
Dissertação (mestrado profissional) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia.

1. Genética - Estudo e ensino. 2. Sequência didática. 3. Jogos educativos. I. Menossi, Marcelo, 1968-. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Biologia. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: DNA: From discover to transgenics. Devolpmnt of didatic sequence and educational game for public high school students from the State of São Paulo, Brazil **Palavras-chave em inglês:**

Genetics - Study and teaching

Didatic sequence

Educational games

Área de concentração: Ensino de Biologia

Titulação: Mestra em Ensino de Biologia

Banca examinadora:

Marcelo Menossi Teixeira [Orientador]

Cristina Pontes Vicente

Adlane Vilas Boas Ferreira

Data de defesa: 27-10-2020

Programa de Pós-Graduação: Ensino de Biologia em Rede Nacional

Identificação e informações acadêmicas do(a) aluno(a)

- ORCID do autor: <https://orcid.org/0000-0001-7283-6067>

- Currículo Lattes do autor: <http://lattes.cnpq.br/8917821612334959>

Campinas, 27 de outubro de 2020.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof.º Dr.º Marcelo Menossi Teixeira

Prof.ª Dr.ª Adlane Vilas Boas Ferreira

Prof.ª Dr.ª Cristina Pontes Vicente

Os membros da Comissão Examinadora acima assinaram a Ata de Defesa, que se encontra no processo de vida acadêmica do aluno.

Ata da defesa, assinada pelos membros da Comissão Examinadora, consta no SIGA/Sistema de Fluxo de Dissertação/Tese e na Secretaria do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO) do Instituto de Biologia.

Dedicatória

Dedico este trabalho aos meus alunos, que me permitiram explorar todo potencial que eles possuem e que acreditaram que poderíamos fazer algo diferente em nossos momentos em conjunto.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de financiamento 001. Agradeço a UNICAMP pela oportunidade de entrar em contato com toda gama de conhecimento disponível. Muito obrigada ao ProfBio por transformar um sonho em realidade, dando oportunidade para professores aprofundarem e aplicarem conhecimentos até então tão distantes de nossas realidades. Aos meus colegas, a equipe gestora da “Escola Estadual D^a Elvira Santos de Oliveira e D.E. Mogi Mirim agradeço por viabilizar minha pesquisa e apoiar minhas ações com os alunos. Não poderia faltar um agradecimento especial a todos os meus colegas de turma, pelas conversas inspiradoras, pelos melhores almoços, pelas dicas valiosas e por todo apoio durante todo esse processo de (trans)formação. Pensando em todo este processo de aprendizagem, gostaria de agradecer a minha família que me apoiou desde o momento da inscrição na prova para o mestrado e em todas as dificuldades superadas neste processo. Ao meu marido Igor, não tenho palavras para expressar a importância do seu apoio, de como suas palavras sempre foram um alento para equacionar todos os diferentes momentos que vivemos durante estes últimos dois anos, compartilhar com você tornou minhas descobertas ainda mais significativas e empolgantes. Finalmente, ao meu orientador, deixo meu muitíssimo obrigada, por me permitir explorar todas as possibilidades em minha pesquisa e por apoiar todas as minhas decisões e escolhas.

RESUMO

Nossas escolhas dependem das vivências e relações interpessoais e tais decisões têm impacto na vida pessoal tanto quanto na sociedade. Portanto, decisões éticas são fundamentais para o convívio em sociedade. Cabe à escola gerar momentos de vivência que proporcionem ao estudante possibilidades de escolhas éticas baseadas no conhecimento adquirido. Os documentos orientadores do Governo Federal preconizam que o ensino de Ciências da Natureza e suas tecnologias deve capacitar o aluno a interpretar situações reais com bases nas competências, habilidades e conhecimentos adquiridos na escola, possibilitando a tomada de decisão. Os impactos sociais de biotecnologias, a compreensão de processos biológicos, bem como a história do desenvolvimento da ciência são alvos do ensino de biologia. A genética é o campo da biologia que estuda a estrutura, a transmissão e a aplicação das informações baseadas no DNA ou RNA. Sendo assim, cabe ao professor de biologia proporcionar ao aluno a possibilidade de relacionar os conceitos de genética adquiridos com sua vida cotidiana. Contudo, há dificuldades nessa prática, devido, por exemplo, à desatualização dos docentes, do material didático e da superficialidade na abordagem do conteúdo de genética. Uma maneira para superar esses obstáculos é o desenvolvimento de atividades diferenciadas, tais como sequência didática, o desenvolvimento de situações problema e jogos didáticos. Neste projeto desenvolvemos uma escala de conhecimento, para possibilitar análises de ensino/aprendizagem. Criamos e aplicamos uma sequência didática que abordou conceitos de genética e biotecnologia. Analisamos o aprendizado dos alunos através de questionário, que nos possibilitou comparar o conhecimento antes e após as atividades mencionadas. Seguindo a escala citada anteriormente, os alunos alcançaram os níveis “conhecer” e “aplicar”. Além disso em análise do questionário conseguimos observar um deslocamento do nível de autoavaliação para índices mais positivos, demonstrando assim a efetividade da sequência didática construída. Adicionalmente com os dados de habilidades alcançadas pelos alunos desenvolvemos um jogo didático que aborda os conceitos de genética e biotecnologia, como uma ferramenta de ensino. Pudemos experienciar a mudança no comportamento dos alunos quando trabalhamos com atividades diversificadas. Compreendemos a importância de critérios claros para analisar as respostas dos estudantes. Concluímos que o desenvolvimento de atividades didáticas permite ao professor uma conexão com os alunos, o que facilita a identificação de pontos forte e fracos da turma. Cabe, portanto, ao educador adequar as propostas de trabalho ao currículo vigente e ao grupo de educandos.

Palavras-chaves: ensino de genética, sequência didática, situações problema, jogos didáticos.

ABSTRACT

Our choices depend on experience and interpersonal relationships, and those choices have an impact on personal life as well as on society. Therefore, ethical decisions are fundamental to live in society. Schools must generate moments of experience that provide the student possibilities of ethical choices based on the acquired knowledge. The guiding documents of the Federal Government recommend that the teaching of Natural Sciences and their technologies should enable the student to interpret real situations based on competences, skills, and pieces of knowledge acquired at school, enabling the decision-making. The social impact of biotechnologies, the comprehension of biological processes, and the history of science development are targets of biology education. Genetics is the biology field that studies the structure, transmission, and application of information based on DNA or RNA. Therefore, it is up to the biology teacher to provide the student with the possibility of relating the acquired genetic concepts with his/her daily life. However, there are difficulties in this practice due, for example, to the outdated teacher, didactic material, and superficiality in approaching the contents of genetics. One way to overcome these obstacles is by developing different activities, such as didactic sequences, the development of problem situations, and didactic games. In this project we developed a scale of knowledge to enable teaching/learning analysis. We created and applied a didactic sequence that approached concepts of genetics and biotechnology. We analyzed students' learning through a questionnaire, which enabled us to compare knowledge before and after the mentioned activities. Following the scale previously cited, students reached the levels of "knowing" and "applying". Besides that, in the analysis of the questionnaire, we observed a shift in the level of self-assessment to more positive indices, thus demonstrating the effectiveness of the didactic sequence constructed. In addition to students' skills data, we developed a didactic game that approaches the concepts of genetics and biotechnology as a teaching tool. We observed changes in student behavior when we performed diverse activities. We understand the importance of clear criteria for analyzing student's responses. We conclude that the development of didactic activities allows the teacher to connect with the students, facilitating the identification of the strengths of the group. Therefore, it is up to the educator to adapt the work proposals to the current curriculum and to the group of students.

SUMÁRIO

RELATO DO MESTRADO.....	10
INTRODUÇÃO.....	11
OBJETIVOS.....	17
Objetivos Gerais.....	17
Objetivos Específicos.....	17
MÉTODO.....	18
RESULTADOS.....	20
DISCUSSÃO.....	30
CONCLUSÃO.....	35
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	36
ANEXO 1 Questionário para levantamento de conhecimento	40
ANEXO 2 Atividades da sequência didática.....	41
ANEXO 3 Jogo Didático: GeneQuest.....	71
ANEXO 4 Conteúdos e habilidades de Biologia Currículo do Estado de São Paulo	91
ANEXO 5 Parecer consubstanciado do CEP.....	94
ANEXO 6 Declaração de direitos autorais.....	98
TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE).....	99
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	101

Relato do Mestrado – Turma 2018

Instituição: Universidade Estadual de Campinas UNICAMP
Mestrando: Simone Garcia Silva
Título do TCM: DNA: DA DESCOBERTA AOS TRANSGÊNICOS Desenvolvimento de sequência didática e jogo educativo para alunos do ensino médio público do Estado de São Paulo
Data da defesa: Campinas, 27 de outubro de 2020
Retornar os estudos depois de anos de formada, ter a oportunidade de revisitar o ambiente universitário, ter acesso ao conhecimento científico e as novas metodologias de ensino, rever minhas práticas como professora, foram algumas das experiências que o mestrado profissional em ensino de biologia (ProfBio) proporcionou-me. Quando nos formamos professores e vamos para a sala de aula, deparamo-nos com incontáveis desafios. Superar esses obstáculos ajudam a formar nossas práticas, nosso eu professor. Entretanto, essa formação não é reflexiva, nem investigativa, sendo inúmeras vezes apenas reativa, pois quando ocorre um incidente, nós, professores, reagimos a ele. Ao entrar em contato com novas metodologias de ensino, como as sequências didáticas e as situações problema, tive a oportunidade de iniciar um processo reflexivo sobre a minha prática profissional e com formas variadas de aprendizado. Pude questionar minha conduta como professora e modificar meu olhar sobre o processo de ensino e aprendizagem. Durante o mestrado tive a oportunidade de desenvolver e aplicar diferentes sequências didáticas, elaboradas a partir dos Temas 1, 2 e 3. Nesses momentos, trabalhando com atividades diferenciadas com os alunos, pude perceber um aumento no interesse deles e em minha motivação. As trocas de saberes tornaram-se mais dinâmicas e nossa interação mais fluida e constante. Ao final de cada atividade sentia-me mais confiante para trabalhar com metodologias ativas de ensino. Certamente, trabalhar com formas alternativas de ensino mudou minha visão sobre a educação, os educadores e sobre mim, enquanto profissional. As aulas diferenciadas potencializam a aprendizagem e motivam os estudantes, o que torna o processo de ensino aprendizagem mais significativo e prazeroso, diminuindo a passividade dos nossos alunos. Hoje me sinto uma profissional mais motivada, confiante e preparada para atuar nas escolas em que leciono e também uma professora melhor para os meus alunos. Gostaria de destacar a relevância deste mestrado na formação de professores de biologia, tornando-nos pesquisadores em sala de aula, ativos buscadores de novos conhecimentos e passíveis de gerar mudanças significativas no ensino. Palavras dificilmente conseguirão expressar minha gratidão por essa experiência incrível, mesmo assim agradeço imensamente aos professores da Unicamp que se dedicaram a nos transmitir tanto conhecimento, meu orientador, aos amigos que fiz nesses dois anos de convivência semanal e a todos que contribuíram de alguma maneira para a conclusão deste sonho.

1. INTRODUÇÃO

O nosso cotidiano está repleto de possibilidades de escolhas. Essas estão vinculadas com as nossas experiências pessoais, com o meio em que estamos inseridos bem como com as pessoas que temos em nosso redor (Glasser, 2002). Portanto, nossas escolhas representam o conjunto de elementos que nos cerca. Caso alguns destes elementos esteja distorcido, nossa capacidade de tomar boas decisões pode ser afetada (Glasser, 2002). A dignidade de nossa construção pessoal está nesta capacidade de fazer as escolhas mais acertadas (Glasser, 2002).

A escola possui um papel muito importante na formação da construção pessoal, pois é um ambiente no qual o ser humano está inserido e que passa boa parte do início de sua vida. É nesse ambiente que se partilha conhecimento e que se produz oportunidades para novas experiências (Cortella, 2011). Portanto, cabe à escola o importante papel de gerar um ambiente criador de possibilidades, para que o aluno tenha a capacidade de se tornar um cidadão digno e capaz de fazer escolhas éticas.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) buscam produzir um conhecimento efetivo, interdisciplinar e contextualizado para o ensino das Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, visando um caráter amplo, de forma que os aspectos e conteúdos tecnológicos associados ao aprendizado científico e matemático sejam parte essencial de uma formação cidadã de sentido universal. Segundo o PCNEM:

O ensino das Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, deve efetivamente propiciar um aprendizado útil à vida e ao trabalho, no qual as informações, o conhecimento, as competências, as habilidades e os valores desenvolvidos sejam instrumentos reais de percepção, satisfação, interpretação, julgamento, atuação, desenvolvimento pessoal ou de aprendizado permanente.

Uma das disciplinas que compõe os conteúdos dos PCNEM é a Biologia, sendo esta mais especificamente um dos componentes das Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Para Casagrande (2006) a Biologia é a área das ciências que estuda os mecanismos de regulação dos organismos e as interações dos seres vivos com o meio ambiente. Portanto, compreender os conteúdos de biologia pode possibilitar ao educando assimilar, refletir, criticar e conhecer os processos biológicos, bem como inferir a importância dos mesmos na geração de tecnologias que impactam positiva ou negativamente a sociedade (Krasilchik, 2000).

Ao ensino de Biologia é facultada a contribuição para a construção da consciência crítica e da cidadania. Entretanto, podemos observar nas instituições de ensino o despreparo e a desatualização de alguns professores, bem como a forma complexa como os conteúdos são

abordados nos livros didáticos, podendo destacar dentre estes conteúdos a genética (Vilela, 2007). Fatores esses que podem dificultar o desenvolvimento pleno da formação cidadã do indivíduo.

Para Casagrande (2006) a genética é o ramo da biologia que estuda os mecanismos de transmissão das características de uma espécie, as variações nesta transmissão, a importância delas na constituição dos organismos e na construção de tecnologias. A genética aplicada é, portanto, a base para o desenvolvimento de biotecnologias, que compõem um conjunto de técnicas de manipulação de organismos vivos, com o intuito de obter produtos específicos ou modificações específicas, através de uma técnica denominada DNA recombinante (Rosa, 2012).

A partir do desenvolvimento da técnica do DNA recombinante foi possível a criação de organismos transgênicos (Mascarenhas et al, 2012). Portanto, é possível modificar o padrão de proteínas de um organismo, adicionando genes ou alterando os já existentes, para que sejam ativados em tecidos ou quantidades diferentes do organismo sem modificação (Almeida e Lamounier 2005).

Estados Unidos e França foram os primeiros países a realizarem experimento com organismos transgênicos em campo. Até hoje, as pesquisas abrangeram grãos, frutas, óleos e hortaliças. Tolerância a insumos agrícolas, resistência a ataques de pragas, qualidade do produto final e resistência a doenças causadas por microrganismos e vírus, tem sido as características mais buscadas quando estes organismos são desenvolvidos (Monquero, 2005) e ainda o são.

A discussão sobre os benefícios e malefícios do consumo de alimentos transgênicos está presente em nosso dia a dia. Entretanto, vários organismos geneticamente modificados já estão em nosso cotidiano, como por exemplo, a bactéria que é capaz de produzir insulina por apresentar um gene humano, a vacina contra a hepatite B, desenvolvida pela alteração de um vírus e a soja resistente ao herbicida glifosato (Mendonça, 2005). Encontramos também milho, algodão, cana de açúcar e beringela todos com modificações genéticas que alteraram a sua produtividade (ISAAA, 2017).

O desenvolvimento e aplicação de biotecnologia e a necessidade de um posicionamento crítico, colocam estes temas em destaque no ensino de biologia das escolas públicas brasileiras, com importantes implicações nas questões éticas da sociedade (Paiva e Martins, 2005). Pinheiro, Matos e Bazzo (2007) acreditam que, por se tratar de um assunto amplo, deve estar presente em sala de aula, pois professores, alunos e comunidade precisam conhecer melhor as novas tecnologias, já que fazem parte de nossas vidas.

Contudo, apesar destas inovações científicas e tecnológicas estarem presentes nos currículos das escolas públicas brasileiras, parte dos alunos apresenta dificuldade em contextualizar o ensino de biologia, com destaque aos conteúdos de genética. Oca (2005) relata que tais conteúdos na educação básica pública, muitas vezes são considerados difíceis e desinteressantes, não permitindo ao aluno fazer a correlação de que tópicos como ciclo celular, constituição e funcionamento da molécula de DNA, entre outros, abordados em sala de aula são a base para a criação de tecnologias que darão origem, por exemplo, aos transgênicos. No currículo do Estado de São Paulo, encontramos os temas relacionados com o ensino de genética durante o segundo ano do ensino médio. São tratados temas como os fundamentos da hereditariedade e as tecnologias de manipulação do material. Moura et al. (2013) em revisão afirmaram que:

...pode-se verificar que ainda é grande o “abismo” entre o ensino de biologia, com ênfase em genética, com os acontecimentos diários dos alunos em meio a sociedade na qual eles estão inseridos, e que este problema se deve a fatores como a precarização da formação docente, excessivas cargas horárias de trabalho, utilização do livro didático como instrumento único de ensino, conteúdos abstratos e superficiais, ausências de aparato tecnológico no ambiente escolar, ausência de atividades interdisciplinares e contextualizadas.

Para superar tal distância entre o desenvolvimento da ciência e o ensino nas escolas públicas é necessário que o educador planeje procedimentos didáticos que instiguem o aluno a refletir e a aplicar os conteúdos trabalhados em sala de aula na resolução de situações problemas (Carabetta, 2010). Com isso, a aproximação dos dois mundos (ciência e escola) será realizada de uma maneira menos complexa e mais palpável.

Segundo Meirieu (1998) situação problema é uma situação didática na qual se propõe ao sujeito uma tarefa que ele não pode realizar sem efetuar uma aprendizagem precisa. E essa aprendizagem, que constitui o verdadeiro objetivo da situação problema, dá-se ao vencer obstáculos para realizar a tarefa proposta. Relacionar a situação problema com o dia a dia do aluno, de maneira dinâmica, como um recorte da vida real é fundamental para Macedo (2002), pois o sujeito conseguirá contextualizar e significar seu aprendizado escolar.

Para que a situação problema atinja seu objetivo ela deve apresentar: um contexto que deve ser interessante para o estudante; um obstáculo, a ser superado; um sistema de restrição, para evitar respostas que não superem o obstáculo; e um sistema de recursos que forneçam as

condições para construção de conhecimento e resolução da situação problema (Prates Junior; Simões Neto, 2015).

Meirieu (1998) propõe ao educador um caminho para construção das situações problema, baseado em perguntas que devem ser respondidas previamente ao uso do dispositivo, para garantir características que a validem dentro de uma estratégia didática: “1. Qual o meu objetivo? O que o aluno deve aprender e o como isso pode contribuir para o progresso do aluno?; 2. Que tarefa posso propor para alcançar o objetivo (comunicação, reconstituição, enigma, ajuste, resolução, etc.)?; 3. Como estimular a atividade mental durante a realização da tarefa para que o objetivo seja alcançado? Que materiais, documentos, instrumentos devo reunir? Que instruções-alvo devo dar, para que os alunos utilizem os materiais para cumprir a tarefa? Que exigências devem ser introduzidas para impedir que os sujeitos evitem a aprendizagem?; 4. Que atividade posso propor que permitam alterar e diversificar estratégias? Como variar os instrumentos, procedimentos, níveis de orientação, modalidades de reagrupamento?”.

Para Simões Neto (2009) as situações problema devem ser avaliadas de forma diagnóstica, para conhecer o grupo de estudantes e determinar quais caminhos seguir; formativa, para buscar reflexão sobre a resolução das situações problema e os recursos ofertados; e somativa, para avaliar todo o processo de ensino aprendizagem.

Os materiais usados como recurso para as situações problema podem ser textos, artigos científicos, mapas conceituais, imagens, jogos, tirinhas, charges e vídeos. Esses elementos podem variar de acordo com o perfil dos alunos que participarão da atividade em questão, para que os mesmos sejam estimulados e tenham o seu processo de ensino aprendizagem facilitados. Portanto, a utilização de estratégias metodológicas diversificadas pode aproximar algo complexo como o conhecimento científico da vida cotidiana. Para que o professor possa contemplar todos os conteúdos que precisam ser trabalhados com os educandos, ele pode organizar as situações problema em uma sequência didática. Sendo esta uma unidade de análise que permite a avaliação sob uma perspectiva processual, incluindo as fases de planejamento, aplicação e avaliação (Zabala, 1998).

A sequência didática dá-se em três momentos, sendo o primeiro a problematização, na qual se apresentam situações relacionadas aos temas de estudo e ocorre a introdução dos conhecimentos científicos para que os alunos possam interpretá-las. O segundo é a organização do conhecimento, na qual o docente, estrutura o conhecimento científico através do processo dialógico e problematizador utilizando ferramentas como pesquisas, livros, resolução de exercícios entre outras. E o terceiro momento é a aplicação do conhecimento adquirido, que se

destina a abordar sistematicamente o conhecimento que vem sendo incorporado pelo aluno (Delizoicov, Angotti e Pernanbuco, 2002).

Propostas que têm como objetivo estimular os educandos através de uma metodologia diferenciada podem se valer do uso combinado da sequência didática e da situação problema, pois auxiliam o professor no desenvolvimento dos conteúdos, tornando o ensino contextualizado e motivador para o aluno, indo, portanto, além dos temas encontrados nos livros didáticos.

Outra metodologia diferenciada com grande potencial de geração de ensino, devido ao caráter lúdico, são os jogos, pois quando bem desenvolvidos e aplicados trazem em seu contexto características como surpresas e desafios, que são fundamentais para proporcionar o envolvimento dos alunos. Pois com 'surpresa' temos a expectativa e, com o 'desafio', vem o convite para desenvolver, testar, conquistar e descobrir habilidades (Neves; Pereira, 2006). Portanto o uso de jogos educativos destaca-se por proporcionar ao educando novas possibilidades de resolução de problemas e possibilita ao professor a compreensão do raciocínio do aluno e a obtenção de referências para o desenvolvimento de ações pedagógicas (Grando 2000).

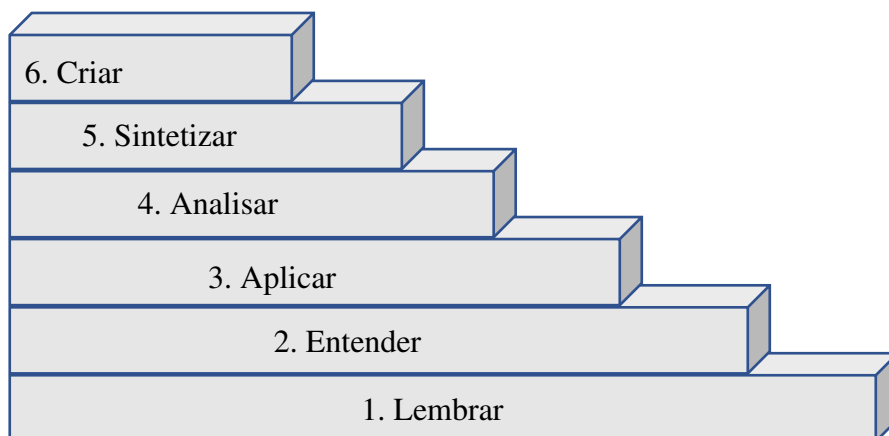
A partir do uso dos jogos educativos o aluno pode desenvolver novas táticas na busca de se tornar um melhor jogador. Os jogos estratégicos podem auxiliar no desenvolvimento de um pensamento sistematizado e na criação de hipóteses, pois um mesmo problema pode levar a variadas alternativas de resolução. Portanto os jogos desenvolvem raciocínio lógico e organizam o pensamento (Lara, 2004). Para que o uso dos jogos estratégicos alcance o objetivo desejado, estes devem ser trabalhados em pequenos grupos, compostos por indivíduos com diferentes habilidades. Desta forma, o jogo pode possibilitar aos educandos desenvolverem disciplina, respeito, regularidade através de ações que são mediadas por regras pré-estabelecidas, aspectos necessários para a vida em sociedade (Schaeffer, 2006).

Entretanto, todas as ferramentas didáticas disponíveis podem ser insuficientes para analisar o aprendizado dos alunos nos diferentes temas que são abordados ao longo do processo de ensino/aprendizagem. O processo cognitivo pode ser o meio pelo qual o conhecimento é adquirido ou construído e usado para resolver problemas diários e eventuais (ANDERSON et al., 2001).

Portanto, ferramentas educacionais aplicadas de maneira isolada, sem a devida clareza sobre o que se espera do educando, pode levar o professor a conclusões errôneas sobre o aprendizado de seu grupo. Isto demonstra como o processo avaliativo deve ser construído juntamente com as atividades didáticas. Desse modo, a avaliação não seria apenas um

instrumento para a aprovação ou reprovação dos alunos, mas sim um instrumento de diagnóstico de sua situação, tendo em vista a definição de encaminhamentos adequados para a sua aprendizagem (LUCKESI, 1995).

A definição dos conteúdos, dos instrumentos avaliativos e a escolha das estratégias de ensino devem ser estruturados e planejados em torno de objetivos bem definidos (gerais e específicos), para possibilitar “medir” o que foi aprendido e direcionar, de forma corretiva e formativa, todo processo educacional. A utilização de instrumentos que facilitem essa atividade é fundamental e nesse contexto a Taxonomia de Bloom tem colaborado significativamente, pois é um instrumento de classificação de objetivos de aprendizagem de forma hierárquica (do mais simples para o mais complexo). Nos últimos anos, a Taxonomia de Bloom foi avaliada e atualizada considerando os avanços estratégicos e tecnológicos incorporados ao meio educacional.



Categorização atual da Taxonomia de Bloom proposta por Anderson, Krathwohl e Airasian (2001).

O desenvolvimento cognitivo deve seguir uma estrutura hierárquica, para que os alunos sejam capazes de aplicar e transferir o conhecimento adquirido de forma multidisciplinar. Infelizmente a permanência ou o acesso ao ambiente escolar não tem garantido aos adolescentes a formação necessária para que desenvolvam o perfil de um cidadão (Xavier, 2006). Perfil este que garante ao indivíduo a capacidade de fazer escolhas éticas baseadas em análises de diferentes possibilidades e nas consequências de suas decisões e de seus atos. Portanto, para que ocorra esta formação ética são necessários o desenvolvimento e a aplicação de diferentes ferramentas de ensino/aprendizagem, oportunizando ao educando e ao educador um amplo leque de experimentações, com as quais as possibilidades de conhecimento serão amplificadas.

A implementação de sequências didáticas e situações problemas no ensino de biologia pode ser uma possibilidade de aproximação entre os conteúdos e as descobertas científicas com o cotidiano dos alunos. Isso proporcionaria uma maior compreensão de tudo que é estudado e uma apropriação das descobertas científicas, que deixarão de ser algo distante para se tornar parte do conhecimento.

Portanto, quando mais diversas as formas de que um conteúdo é apresentado e quanto mais contextualizado o tema for, maior também será a chance do aluno se interessar pelo conteúdo e desenvolver plenamente suas habilidades, adquirindo ferramentas que serão importantes em sua vida fora do cotidiano escolar. Quanto mais claras forem as maneiras que o educando for avaliado, quanto mais diversas forem as habilidades desenvolvidas e analisadas, maiores serão as chances de atingir as diferentes potencialidades dos alunos. Certamente, a partir de um ensino diversificado e de uma avaliação coerente com o processo de aprendizagem o educando terá maiores possibilidades de se tornar um cidadão ético.

Neste trabalho, desenvolvemos uma escala de compreensão para facilitar a análise do desenvolvimento dos alunos e criamos uma sequência didática para o segundo ano do ensino médio público paulista, com o objetivo de aproximar da realidade dos alunos, os conceitos de genética, biotecnologia e transgênicos. Para isso, propusemos situações problemas e jogos estratégicos, utilizando os elementos obrigatórios para o ensino de genética segundo a matriz de avaliação processual da Secretaria da Educação do Estado de São Paulo e as habilidades propostas pelos PCNEM. A efetividade do desenvolvimento da sequência didática foi analisada através de questionário, no qual avaliamos o envolvimento nas atividades e o aprendizado dos alunos.

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

Aproximar os conteúdos relacionados a genética, biotecnologia e transgênicos aos alunos do ensino médio através do desenvolvimento de uma sequência didática, utilizando situações problema e jogos educativos.

2.2. Específicos

- Propor uma escala de compreensão para facilitar a análise do desenvolvimento e aquisição de conhecimento dos alunos;
- Desenvolver uma sequência didática que torne o ensino de genética mais interessante;
- Criar um produto educacional tendo os conteúdos de genética e a biotecnologia dos organismos geneticamente modificados como base;

3. METODOLOGIA

3.1. Público-alvo

Este projeto foi desenvolvido com alunos do segundo ano do Ensino Médio da Escola Estadual Dona Elvira Santos de Oliveira, Itapira-SP. Os discentes são adolescentes entre 15 e 20 anos, cursando o ensino médio noturno. Este grupo pertence a uma única turma, formada por alguns indivíduos que exercem atividades remuneradas e fazem parte do programa jovem aprendiz, enquanto outros desenvolvem atividades extracurriculares como cursos profissionalizantes durante o dia.

3.2. Sequência didática

Baseados nas competências e habilidades estabelecidas pelos PCNEM e no Currículo do Estado de São Paulo foi desenvolvida uma sequência didática contemplando os conteúdos sobre genética e biotecnologia a partir dos temas abaixo:

- Referência histórica;
- Estrutura do DNA;
- Duplicação e transcrição do DNA;
- Síntese de proteínas;
- Manipulação do DNA;

As competências e habilidades que buscamos desenvolver dentro dos temas estabelecidos foram:

1. Reconhecer a existência de um código genético universal, por meio do qual a sequência de bases do DNA é traduzida em uma sequência de aminoácidos na proteína;
2. Prever resultados de cruzamentos genéticos baseados nas leis de Mendel;
3. Identificar os aspectos históricos das concepções sobre hereditariedade à luz da época em que foram propostas;
4. Elaborar e testar hipóteses sobre composição genética de indivíduos;
5. Propor e testar hipóteses sobre herança, aplicando as ideias de Mendel;
6. Correlacionar os conceitos mendelianos com os conhecimentos sobre a estrutura e função do DNA;
7. Reconhecer o DNA como um polímero formado por unidades básicas (os nucleotídeos) repetidas ao longo da molécula;
8. Reconhecer o significado da repetição de unidades para o papel desempenhado pela molécula do DNA;
9. Reconhecer o emparelhamento específico entre as bases nitrogenadas que compõem o DNA;
10. Reconhecer as semelhanças e diferenças entre o DNA e o RNA;
11. Conceituar gene, alelo, homozigoto, heterozigoto, dominante, recessivo, genótipo e fenótipo;

12. Relacionar a duplicação do DNA ao processo de divisão celular;
13. Identificar o papel da enzima DNA polimerase na duplicação do DNA;
14. Interpretar gráficos e figuras relativos à duplicação do DNA;
15. Relacionar os diferentes tipos de RNA ao processo de síntese de proteínas;
16. Relacionar as técnicas usadas em Biotecnologia aos principais conceitos de Genética e Biologia Molecular;
17. Reconhecer as aplicações da engenharia genética na medicina, entre elas a terapia gênica, e
18. Reconhecer a importância dos testes de DNA na determinação da paternidade, na investigação criminal e na identificação de indivíduos.

Os temas de genética e biotecnologia foram abordados utilizando situações problemas. Estas atividades foram trabalhadas em momentos variados, para introduzir o conteúdo a ser estudado ou como uma forma de finalização do mesmo. Dependendo do momento a situação problema teve por objetivo chamar a atenção dos alunos para o conteúdo que seria abordado ou foi utilizada para analisar se o conteúdo foi realmente assimilado pelos alunos.

3.3. Construção da escala de avaliação textual e das questões

Segundo Ferraz e Belhot (2010) a estruturação de uma escala de compreensão permite ao educador organizar objetivos instrucionais e cognitivos, dar suporte para planejar estratégias e atividades a fim de atingir tais objetivos.

Com base nas habilidades do currículo paulista, bem como na escala de letramento científico da OCDE (OCDE,2015) e na taxonomia de Bloom (Ferraz e Belhot, 2010) construímos a nossa escala de compreensão, facilitando assim a avaliação textual das atividades desenvolvidas pelos alunos. Abaixo temos a matriz da escala sendo relacionada às habilidades do currículo paulista para o ensino de biologia (Tabela 1).

3.4. Jogo didático

Fizemos *a priori*, uma pesquisa bibliográfica, realizada a partir da ferramenta de busca eletrônica do Google, para conhecer jogos sobre biologia e genética. A partir dessas pesquisas desenvolvemos um jogo didático, utilizando os temas estudados nas atividades propostas. Nele os participantes serão desafiados e responder questões sobre o conteúdo trabalhado, conseguindo elementos do desafio pré-estabelecido por suas respostas corretas, buscando cumprir com a missão recebida.

3.5. Avaliação

Os alunos foram avaliados inicialmente por um questionário (Günther, 2003), a partir do qual analisamos seus conhecimentos prévios sobre os temas abordados. As questões propostas tinham como resposta uma escala de conhecimento, que variava de “não sei” até “sei muito”. O mesmo questionário foi reaplicado ao final do processo da sequência didática, para

posterior análise estatística. Ao final do processo, os alunos escreveram um pequeno relatório sobre as atividades que realizaram. Esses pequenos textos foram usados para análise seguindo a escala de conhecimento. Durante o processo das aulas os alunos foram observados quanto a sua participação e envolvimento na realização das atividades propostas. Esta observação proporcionou a possibilidade de analisar quais modelos de atividades apresentam maior aceitabilidade por parte dos educandos.

3.5.1 Análise estatística

Para análise dos dados gerados pelo questionário aplicado ao início e ao final no processo, comparamos as respostas dos alunos pareando os resultados para identificar se ao final da sequência didática os alunos conseguiram assimilar o conteúdo proposto. Essa análise foi feita a partir do deslocamento da moda de respostas em cada uma das questões. Para tanto os gráficos frequência X resposta foram feitos individualmente no software *Graphpad Prism* versão 5.

3.6. Aspectos éticos e/ou ambientais

O presente trabalho foi submetido ao comitê de ética para verificação de sua aplicabilidade bem como se todos os aspectos éticos e morais foram respeitados, tendo recebido o número do CAAE: 13222619.0.0000.5404

4. RESULTADOS

Nesse trabalho realizamos a construção de uma escala de conhecimento baseada na taxonomia de Bloom, na escala utilizada para identificar letramento científico no PISA (OCDE,2015) e nas etapas do conhecimento disponibilizadas pela secretaria estadual de educação de São Paulo. A escala foi construída com três patamares (conhecer, compreender e aplicar) relacionando a escala de Bloom (FERRAZ; BELHOT, 2010) e as habilidades fornecidas pelo Currículo estadual paulista. Dessa forma, o patamar “conhecer” refere-se a habilidades de identificação e reconhecimento de conteúdo, já “compreender” está relacionado a habilidades de significância e relação entre conteúdos, enquanto “aplicar” seria o patamar de habilidades ligadas a aplicação e relação de conteúdos e conceitos com o cotidiano do aluno.

Tabela 1. Classificação das habilidades seguindo escala de conhecimento

Número	Habilidade	Escala de conhecimento
1	Reconhecer o DNA como um polímero formado por unidades básicas (os nucleotídeos) repetidas ao longo da molécula	Conhecer
2	Reconhecer o significado da repetição de unidades para o papel desempenhado pela molécula do DNA	
3	Reconhecer o emparelhamento específico entre as bases nitrogenadas que compõem o DNA	
4	Conceituar gene, alelo, homozigoto, heterozigoto, dominante, recessivo, genótipo e fenótipo	
5	Identificar o papel da enzima DNA polimerase na duplicação do DNA	
6	Reconhecer a existência de um código genético universal, por meio do qual a sequência de bases do DNA é traduzida em uma sequência de aminoácidos na proteína	Compreender
7	Prever resultados de cruzamentos genéticos baseados nas leis de Mendel	
8	Identificar os aspectos históricos das concepções sobre hereditariedade à luz da época em que foram propostas.	
9	Elaborar e testar hipóteses sobre composição genética de indivíduos	
10	Propor e testar hipóteses sobre herança, aplicando as ideias de Mendel	
11	Reconhecer as semelhanças e diferenças entre o DNA e o RNA	
12	Relacionar a duplicação do DNA ao processo de divisão celular	
13	Interpretar gráficos e figuras relativos à duplicação do DNA	
14	Relacionar os diferentes tipos de RNA ao processo de síntese de proteínas	Aplicar
15	Correlacionar os conceitos mendelianos aos conhecimentos sobre a estrutura e função do DNA	
16	Relacionar as técnicas usadas em Biotecnologia aos principais conceitos de Genética e Biologia Molecular	
17	Reconhecer as aplicações da engenharia genética na medicina, entre elas a terapia gênica	
18	Reconhecer a importância dos testes de DNA na determinação da paternidade, na investigação criminal e na identificação de indivíduos	

Criamos e aplicamos uma sequência didática que abordou conceitos de genética e biotecnologia. A sequência é composta por atividades desenvolvidas para este projeto e também propostas adaptadas a partir de atividades encontradas disponíveis na internet. Essa sequência inicialmente previa seis atividades, com tempo de aplicação de duas aulas com 45 minutos cada uma, sendo que estas deveriam englobar os conteúdos e a habilidades que constam no currículo do estado de São Paulo. Entretanto ao iniciar a aplicação das propostas, notamos que a quantidade de atividades seria insuficiente para contemplar todos os temas. Também observamos que os alunos se tornavam mais participativos e engajados a cada semana. Portanto, ao analisarmos as situações decidimos ampliar a quantidade de atividades para assim conseguir contemplar mais temas e habilidades. Abaixo tabela 2, relacionando todas as atividades da sequência didática.

Tabela 2. Temas e habilidades de cada atividade

Atividade	Conteúdo abordado	Habilidades	Método usado	Duração da atividade
1	DNA – a receita da vida	Reconhecer a existência de um código genético universal, por meio do qual a sequência de bases do DNA é traduzida em uma sequência de aminoácidos na proteína	Aula expositiva utilizando diapositivos	2 Aulas
2	Concepções pré-mendelianas e as Leis de Mendel	Prever resultados de cruzamentos genéticos baseados nas leis de Mendel Identificar os aspectos históricos das concepções sobre hereditariedade à luz da época em que foram propostas Elaborar e testar hipóteses sobre composição genética de indivíduos Propor e testar hipóteses sobre herança, aplicando as ideias de Mendel	Leitura compartilhada do texto: A proposta de Jacó Resolução de atividades sobre cruzamentos mendelianos	2 Aulas
3	Estrutura química e localização do DNA	Correlacionar os conceitos mendelianos aos conhecimentos sobre a estrutura e função do DNA	Jogo didático: Forca	1 aula
4	Reconhecer a estrutura da molécula de DNA	Reconhecer o DNA como um polímero formado por unidades básicas (os nucleotídeos) repetidas ao longo da molécula Reconhecer o significado da repetição de unidades para o papel desempenhado pela molécula do DNA Reconhecer o emparelhamento específico entre as bases nitrogenadas que compõem o DNA	Atividade prática: Montando uma molécula de DNA com balas de goma	2 aulas
5	Diferenças entre DNA e RNA	Reconhecer as semelhanças e diferenças entre o DNA e o RNA	Jogo Didático: Encontrando meu Par ou Não	1 aula
6	Desenvolver e ampliar o vocabulário	Conceituar gene, alelo, homozigoto, heterozigoto, dominante, recessivo, genótipo e fenótipo	Leitura e análise de texto: Desafio da leitura falhada, os alunos precisaram completar o texto com termos adequados para que as frases fizessem sentido.	2 aulas
7	Desenvolver e ampliar o vocabulário	Conceituar gene, alelo, homozigoto, heterozigoto, dominante, recessivo, genótipo e fenótipo	Jogo didático: Memória Genética. Divididos em grupos os alunos deveriam encontrar os pares corretos entre os termos e seus descritores	2 aulas

8	Código genético e fabricação de proteínas	Relacionar a duplicação do DNA ao processo de divisão celular Identificar o papel da enzima DNA polimerase na duplicação do DNA Interpretar gráficos e figuras relativos à duplicação do DNA Reconhecer as semelhanças e diferenças entre o DNA e o RNA Relacionar os diferentes tipos de RNA ao processo de síntese de proteínas	Vídeo informativo: Câncer: conhecer, prevenir e vencer. Os alunos assistiram a uma animação sobre o câncer e resolveram uma atividade que buscava relacionar o vídeo com alterações no DNA.	2 aulas
9	Tecnologias de manipulação do DNA – Biotecnologia	Relacionar as técnicas usadas em Biotecnologia aos principais conceitos de Genética e Biologia Molecular Reconhecer as aplicações da engenharia genética na medicina, entre elas a terapia gênica	Leitura e análise de texto: Bebê com DNA de três pessoas Leitura e análise de texto sobre técnicas de fertilização <i>in vitro</i> para uma possível cura para uma anomalia genética mitocondrial.	2 aulas
10	Tecnologias de manipulação do DNA – Biotecnologia	Reconhecer a importância dos testes de DNA na determinação da paternidade, na investigação criminal e na identificação de indivíduos	Desafio da escrita: Os genes não mentem jamais. Os alunos foram desafiados a escrever um texto contendo um mistério que poderia ser resolvido por um exame de DNA.	2 aulas
11	Engenharia genética e produtos geneticamente modificados – alimentos, produtos médico-farmacêuticos, hormônios	Relacionar as técnicas usadas em Biotecnologia aos principais conceitos de Genética e Biologia Molecular Reconhecer as aplicações da engenharia genética na medicina, entre elas a terapia gênica	Os alunos foram divididos em grupos e desenvolveram um organismo geneticamente modificado com o objetivo de sanar um problema.	2 aulas
12	Modelo de duplicação do DNA e história de sua descoberta	Reconhecer a existência de um código genético universal, por meio do qual a sequência de bases do DNA é traduzida em uma sequência de aminoácidos na proteína	Aula expositiva: Linha do tempo Foi apresentado aos alunos uma linha do tempo desde as descobertas de Mendel até os dias atuais.	2 aulas

Desenvolvemos um total de 12 atividades tendo genética e biotecnologia como temas centrais. Estas atividades foram pensadas para explorar ao máximo o potencial dos alunos. Usamos diferentes ferramentas de ensino/aprendizagem na criação das atividades, como apresentação oral do professor com o apoio de diapositivos, leitura compartilhada, escrita criativa, jogos didáticos, animações, entre outras. As atividades aplicadas encaixavam-se em nossa escala de conhecimento, como representado na tabela 3 a seguir.

Tabela 3. Conteúdos abordados classificados na escala de conhecimento

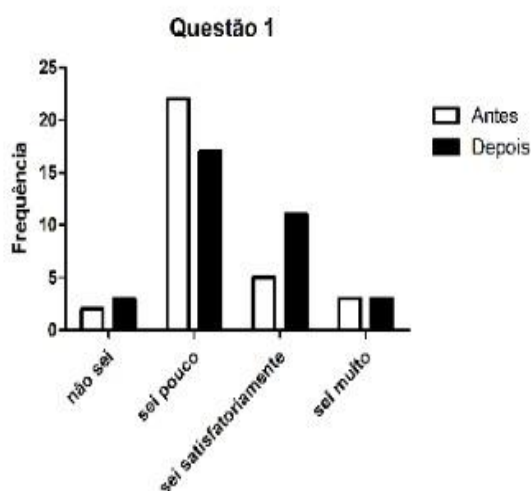
Atividade	Conteúdo abordado	Escala de conhecimento
1	DNA – a receita da vida	Compreender
2	Concepções pré-mendelianas e as Leis de Mendel	Compreender
3	Estrutura química e localização do DNA	Aplicar
4	Reconhecer a estrutura da molécula de DNA	Conhecer
5	Diferenças entre DNA e RNA	Compreender
6	Desenvolver e ampliar o vocabulário	Conhecer
7	Desenvolver e ampliar o vocabulário	Conhecer
8	Código genético e fabricação de proteínas	Compreender
9	Tecnologias de manipulação do DNA – Biotecnologia	Aplicar
10	Tecnologias de manipulação do DNA – Biotecnologia	Aplicar
11	Engenharia genética e produtos geneticamente modificados – alimentos, produtos médico-farmacêuticos, hormônios	Aplicar
12	Modelo de duplicação do DNA e história de sua descoberta	Compreender

Também criamos e aplicamos uma sequência de questões para podermos identificar os possíveis conhecimentos dos alunos ao início de nosso processo. O mesmo questionário foi reaplicado ao final da sequência para podermos avaliar se os alunos participantes do processo didático obtiveram ampliação em seus conhecimentos. As questões foram elaboradas levando em consideração conhecimentos que acreditávamos que seriam prévios ao processo e temas que possivelmente seriam ainda desconhecidos do público-alvo. O questionário está disponível em anexo e a lista das questões com os patamares propostos e as habilidades envolvidas estão relacionados na tabela 4 a abaixo.

Tabela 4. Habilidades relacionadas com as perguntas do questionário

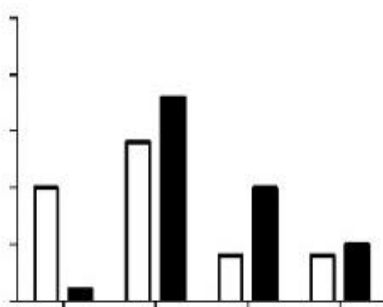
Questões	Habilidades	Escala
1	Reconhecer a existência de um código genético universal, por meio do qual a sequência de bases do DNA é traduzida em uma sequência de aminoácidos na proteína. Reconhecer o DNA como um polímero formado por unidades básicas (os nucleotídeos) repetidas ao longo da molécula.	Compreender
2	Relacionar a duplicação do DNA ao processo de divisão celular	Compreender
3	Reconhecer a existência de um código genético universal, por meio do qual a sequência de bases do DNA é traduzida em uma sequência de aminoácidos na proteína Reconhecer o DNA como um polímero formado por unidades básicas (os nucleotídeos) repetidas ao longo da molécula Reconhecer as semelhanças e diferenças entre o DNA e o RNA	Compreender
4	Nenhuma aplicável	Conhecer
5	Nenhuma aplicável	Conhecer
6	Relacionar as técnicas usadas em Biotecnologia aos principais conceitos de Genética e Biologia Molecular	Aplicar
7	Relacionar as técnicas usadas em Biotecnologia aos principais conceitos de Genética e Biologia Molecular	Aplicar

Podemos observar que ao aplicar o questionário no início do processo tivemos um grande número de respostas do tipo “não sei” ou “sei pouco”. Entretanto ao final da aplicação das atividades referentes a sequência didática ocorreu um descolamento para respostas do tipo “sei satisfatoriamente”. Nas duas oportunidades observamos um número reduzido de respostas do tipo “sei muito”.



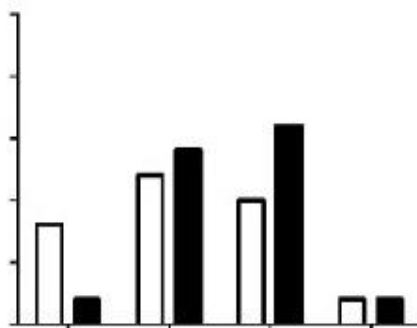
Questão número 1: Você conhece a sigla DNA?

Questão 2



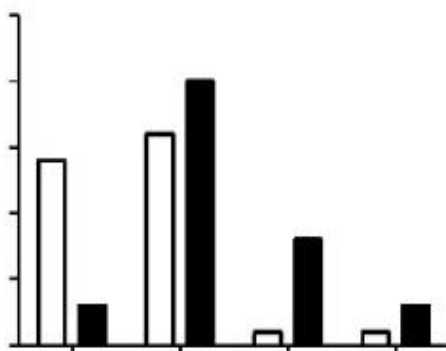
Questão número 2: Você sabe onde o DNA se localiza na célula?

Questão 3



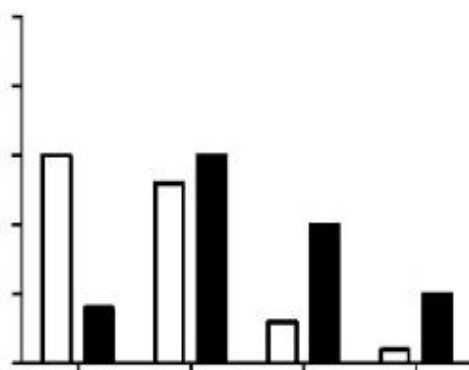
Questão número 3: Você saberia dizer qual a função do DNA?

Questão 4



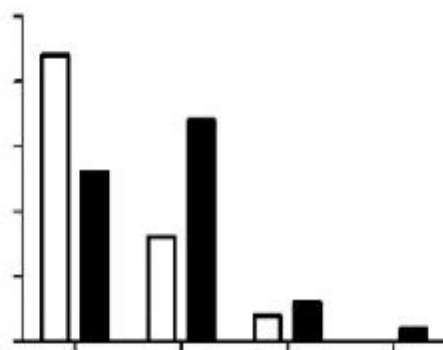
Questão número 4: Você já leu ou ouviu falar sobre organismos geneticamente modificados?

Questão 5



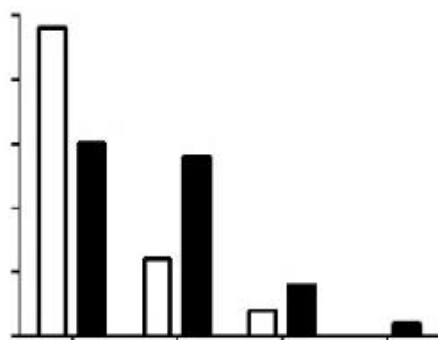
Questão número 5: Você saberia identificar um alimento geneticamente modificado?

Questão 6



Questão número 6: Você sabe como é feita a modificação do DNA dos seres vivos?

Questão 7



Questão número 7: Você saberia identificar algo produzido por organismos geneticamente modificados?

Figura 1. Avaliação das respostas dos alunos antes (□) e depois (■) da aplicação da sequência didática. O teste aplicado continha 7 questões sobre os temas abordados. Cada aluno tinha a opção de quatro respostas para cada questão: não sei, sei pouco, sei satisfatoriamente, sei muito. As respostas foram coletadas e plotadas em gráfico frequência X categorias para a análise das respostas mais frequentes

Usamos a escala de conhecimento para classificar as respostas escritas pelos alunos nas atividades que tinham como devolutiva algum tipo de texto desenvolvido pelos educandos. Com esta análise, pudemos estabelecer o patamar de conhecimento que aquele aluno se encontrava naquela atividade. A escala também nos permitiu avaliar o patamar atingido pelo grupo como um todo ao final do processo de aplicação da sequência didática, como podemos observar na figura 2.

Tabela 5. Exemplo de respostas dadas pelos alunos e como as mesmas foram classificadas

Aluno	Resposta	Classificação
1	“Neste bimestre aprendemos sobre DNA, organismos transgênicos, alimentos transgênicos e organismos geneticamente modificados.”	Conhecer
2	“Aprendi que podemos modificar organismos a partir de um método feito em laboratório.”	Compreender
3	“Fizemos um texto que tinha que ser sobre alguma tragédia ou acidente que tinha que ser resolvido com o DNA.”	Aplicar

A análise textual da atividade realizada pelos alunos como forma de finalização do processo de ensino/aprendizagem, na qual utilizamos a escala de conhecimento por nós desenvolvida, sugere que muitos conseguiram chegar ao patamar de conhecer e compreender, como observado na Figura 2.

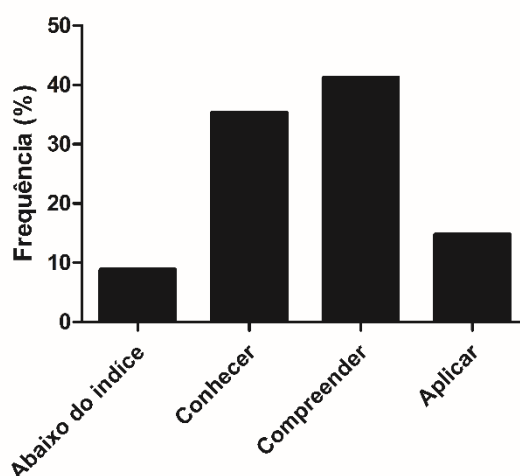


Figura 2. Análise textual das respostas dos alunos após aplicação da sequência didática.

Tendo como base todo o processo de criação da sequência didática, o desenvolvimento e aplicação do questionário, as pesquisas em sites de busca e em livros didáticos e as análises

das respostas textuais dos alunos, desenvolvemos um jogo didático sobre genética e biotecnologia. Nosso jogo busca criar um momento lúdico, em que o conteúdo possa ser retomado através das questões feitas para os jogadores. O jogo objetiva também mostrar aos alunos alguns organismos geneticamente modificados, bem como técnicas para manipular o DNA e equipamentos presentes em laboratórios. Um jogador vencerá o nosso desafio quando cumprir a missão recebida, para isso ele terá que conseguir as quatro cartas conquista que compõem a sua missão. Ele receberá uma carta conquista a cada resposta correta. Para que o jogo tenha mais interação entre os jogadores acrescentamos uma carta desafio. Para acessá-la o participante deve jogar o dado e a face de cima deverá ser “desafio”. Neste momento ele pode desafiar um dos jogadores a responder uma questão de nível mais complexo. Caso o participante desafiado erre a pergunta, ele perde uma de suas cartas conquista para o desafiante. Caso o desafiado acerte a pergunta quem perde uma carta é o desafiante. Nosso objetivo foi desenvolver uma atividade lúdica que auxiliasse os alunos e professores no processo de ensino/aprendizagem. Nosso jogo está disponível no Anexo 3.

5. DISCUSSÃO

A escala de conhecimento foi criada para facilitar a análise da aprendizagem dos educandos. Com ela, conseguimos identificar falhas na compreensão dos temas e patamares de aprendizado. Adicionalmente, ela proporcionou a possibilidade de avaliar as atividades que propusemos aos alunos. Segundo Zabala (1998) este processo é de fundamental importância, já que proporciona ao professor a análise de suas atividades e o acesso dos alunos ao conhecimento. Ao avaliarmos os textos escritos pelos educandos, tendo claro quais são os níveis de escrita esperados, podemos modificar atividades futuras incluindo temas ou retomando conteúdos que ainda não foram incorporados como esperávamos.

Com a sequência didática buscamos desenvolver o conteúdo previsto no Currículo do Estado de São Paulo, aplicando atividades diferenciadas e temas do cotidiano dos alunos. Seguindo as sugestões de Delizoicov; Angotti; PERNANBUCO (2002), criamos momentos de introdução dos conhecimentos científicos, propusemos atividades variadas para estruturação do conhecimento e oferecemos possibilidade de aplicação do conhecimento adquirido de maneira a resolver uma determinada situação. Prates Junior e Simões Neto (2015) preconizam que a situação problema deve apresentar um contexto interessante para o estudante e obstáculos a serem superados, devem fornecer condições para construção de conhecimento. Os temas do cotidiano permitiram uma maior conexão dos alunos com as propostas de trabalho.

Estas atividades desenvolvidas a partir de textos com uma linguagem mais informal e muitas vezes lúdica, permitiu uma apropriação do vocabulário técnico por parte dos alunos, pois a partir de uma leitura rápida os discentes poderiam compreender o tema da atividade e posteriormente desenvolver o que nela estava sendo solicitado. Para Macedo (2002), a contextualização e o significado auxiliam os alunos na compreensão dos temas propostos. As atividades variadas fizeram com que os alunos se mantivessem ativos, participativos e abertos a novas experiências.

Ao construir o questionário usando as informações e recomendações de Günther (2003), desenvolvemos uma “pesquisa de satisfação”, permitindo ao aluno construir uma auto avaliação de seu conhecimento. O questionário aplicado antes e após a sequência didática nos permitiu também avaliar o ganho de conhecimento dos alunos. Em um primeiro momento obtivemos muitas respostas do tipo “sei satisfatoriamente” e “sei muito”. Entretanto, pudemos observar que os alunos apresentaram muitas dificuldades para compreender e acompanhar as atividades propostas. Este fato nos levou a criar mais atividades, nas quais, utilizamos conhecimentos mais básicos, com objetivo de fortalecer alguns conceitos e facilitar a compreensão de temas que seriam abordados posteriormente.

Essa decisão prolongou o tempo de aplicação da sequência didática, que inicialmente era de seis semanas, para 12 semanas, o que tomou praticamente o semestre inteiro. Entretanto, com o aumento no número de atividades pudemos abordar uma quantidade maior de habilidades e desenvolver atividades que valorizassem diferentes conhecimentos prévios dos alunos, bem como promover trabalhos em grupo, aplicar leituras em voz alta, representações artísticas dos temas, entre outros.

A primeira atividade realizada foi uma apresentação de slides com o tema “Homem como agente de mudança”. Essa proposta tinha como objetivo mostrar aos alunos como o homem interferiu nos seres vivos ao longo de nossa história. Por exemplo, como modificamos os alimentos para que pudessem ser mais saborosos ou para que tivessem maior produtividade. Esta foi a primeira vez que eu explorei esta maneira de compartilhar o conteúdo. Os alunos não demonstraram muito interesse pelo tema, tão pouco pelo método.

A atividade seguinte, “A proposta de Jacó”, foi realizada em sala de aula. Esta teve início com uma leitura compartilhada de um texto construído a partir de um trecho da Bíblia. Esse trecho em particular foi escolhido, pois os integrantes desta turma em questão mostravam-se bastante religiosos. Esta escolha facilitou a abertura para discussão que se seguiu após a leitura inicial, já que os alunos estavam familiarizados com a história e se sentiram confiantes para dar continuidade aos questionamentos propostos.

“Enforcando o DNA” foi a terceira atividade. Essa proposta tinha como objetivo a compreensão não apenas da sigla DNA, mas também da localização e composição do mesmo. Utilizando o recurso da força, os alunos ficaram animados em contribuir com as letras que possivelmente completariam os termos escolhidos. Com esse envolvimento foi possível discutir sobre o vocabulário que envolvia a atividade.

A atividade seguinte certamente foi a favorita dos alunos, pois para realizar a construção do “DNA de jujuba”, foi necessário que grande quantidade de balas de goma. Essa construção do modelo da molécula de DNA permitiu aos alunos compreender a organização da molécula de DNA, bem como as partes que a compõem. Os alunos mostraram-se muito interessados na conclusão da proposta e também nas balas que foram disponibilizadas.

Depois de montar a molécula de DNA os alunos precisavam ainda compreender como essa molécula estava relacionada com as nossas características. A atividade seguinte “Encontrando meu par, ou não!” tinha por objetivo explorar o pareamento das bases nitrogenadas e também a formação a molécula de RNA. Também buscamos a reflexão de como as informações contidas no DNA chegavam a seu destino e se tornavam características visíveis. Iniciar a atividade com uma dinâmica de busca ativa pelos pares fez com que os alunos permanecessem ativos durante todo o processo seguinte de explicação e reflexão.

Ao analisarmos as atividades realizadas, pudemos observar que os alunos apresentavam dificuldades em compreender o vocabulário próprio da genética. Para amenizar esta dificuldade propusemos o “Desafio da leitura falhada”, na qual os alunos deveriam ajudar um amigo desastrado que estragou um texto importante. Para realizar essa atividade eles deveriam ler o texto e completar as lacunas com os termos ausentes. Com o incentivo de auxiliar alguém os alunos mostraram-se bastante solidários. Entretanto, a proposta mostrou-se mais complexa do que esperávamos, com os alunos tendo muita dificuldade em completá-la devido ao grande número de termos técnicos.

Na tentativa de enriquecer o vocabulário, aplicamos a atividade “Memória genética”, na qual os alunos deveriam criar pares entre termos e suas definições. Buscando envolver os educandos neste processo, criamos um pequeno desafio. Dividimos os alunos em pequenos grupos que deveriam formar os pares, bem como auditar os demais grupos, já que uma das regras era não usar nenhum material auxiliar para formação dos pares corretos. Os alunos ficaram bastante concentrados na realização da proposta, o que permitiu que incorporassem mais termos ao vocabulário técnico.

Na próxima atividade, retornamos à sala de vídeo, local onde realizamos a primeira atividade. Entretanto, diferente do primeiro momento, que os alunos não se mostraram

interessados na proposta, para esta atividade eles demonstraram mais engajamento. Começamos nosso momento assistindo a animação “Câncer: conhecer, prevenir e vencer”, seguimos discutindo e contextualizando o vídeo, com as atividades que havíamos realizado e também com o cotidiano. Os alunos demonstraram muita vontade de comentar sobre o tema, pois praticamente todos conhecem alguém que já passou pelo diagnóstico de um câncer. Isso reforça a ideia de que criar atividades com temas do cotidiano abre espaço para discussões ricas e aprendizado significativo.

A nona atividade realizada foi novamente uma leitura compartilhada seguida de discussão do tema. Agora, com os alunos mais familiarizados com o vocabulário, os argumentos usados foram elaborados com mais confiança. Pudemos perceber que muitas vezes os alunos, por não saberem como explicar determinado tema, preferem não participar. Porém, quando já estão familiarizados, a participação é ativa e voluntária.

Nesse momento da sequência didática, desenvolvemos a atividade “Os genes não mentem jamais”, na qual os alunos foram desafiados a criarem uma situação em que um mistério deveria ser resolvido usando um exame de DNA. Obtivemos muitas histórias criativas e a participação dos alunos foi intensa, tanto que um grupo improvisou uma cena de teatro para compartilhar com os colegas sua história. Este envolvimento nos deixou bastante satisfeitos, pois, em geral, alunos adolescentes são resistentes a atividades com apresentação oral.

A atividade seguinte teve início na sala de vídeo, onde assistimos alguns vídeos. Estes tinham como tema principal técnicas para desenvolvimento de organismos geneticamente modificados. Ao retornarmos para sala de aula, os alunos foram separados em pequenos grupos que tinham como objetivo criar um organismo transgênico para solucionar um problema do cotidiano. Os discentes dedicaram-se ao desenvolvimento desses organismos, pois viam a possibilidade de ajudar alguém com esta tecnologia. Pudemos perceber tal envolvimento, quando diferentes grupos solicitaram tempo extra para finalizar o trabalho proposto, e pelo fato de que esse tempo realmente foi utilizado, pois na semana seguinte a atividade foi entregue completa.

Finalizamos a sequência didática com uma aula expositiva, que trazia uma linha do tempo do DNA, abordando as principais descobertas envolvendo esse tema. Nesse momento os alunos estavam bastante adaptados a atividades diferenciadas e que exigiam algum tipo de interação entre o grupo ou mesmo mudança de local de estudo. Quando a aula oferecida foi semelhante ao ensino tradicional, em que o professor fala e os alunos escutam, notamos que o interesse foi bastante diminuído e alguns alunos que antes estavam participativos retornaram para o estado de desinteresse, bastante comum em salas de aula de ensino médio.

Quando analisamos o questionário após a aplicação das atividades notamos que as questões que envolviam o conhecimento prévio dos alunos, como por exemplo o significado da sigla DNA, ou mesmo sua função e localização na célula, obtivemos um aumento no número de respostas do tipo “sei satisfatoriamente” e “sei muito”. Ao analisarmos as questões que envolviam conhecimento técnico, como transgênicos e seus produtos, notamos um aumento nas respostas “sei satisfatoriamente”. Esse fato pode ser um indicativo que houve realmente um ganho no conhecimento dos alunos, mas não podemos descartar também a participação de um componente relacionado com ganho excessivo de confiança em seu conhecimento. Este fato está exemplificado no efeito Dunning Kruger, em que um pequeno aumento no conhecimento gera um aumento excessivo na confiança (Dunning, 2014).

Pensamos no jogo didático como uma ferramenta para retomada dos conteúdos trabalhados, para que professor e alunos pudessem ter um momento divertido, mas que a aprendizagem estivesse presente. Nosso jogo busca abordar os temas que foram trabalhados na sequência de uma forma lúdica, envolvendo os alunos em uma atividade diversificada, na qual, os jogadores poderão aplicar todo o conhecimento adquirido durante as aulas para completar a missão recebida. Durante o jogo os alunos serão desafiados a tomar decisões que estarão além do conhecimento específico de genética. Para ser o vencedor, o aluno deverá estar atento a sua estratégia de jogo, bem como a estratégia dos demais participantes. Com isso o jogo torna-se um momento de desenvolvimento de diferentes habilidades cognitivas.

Para Neves e Pereira (2006) os jogos são um convite para o desenvolver e uma possibilidade de descobrir novas habilidades. Isto permite ao docente elencar quais temas e conteúdos os alunos possuem mais facilidade ou dificuldade. Segundo Grando (2000), o uso de jogos didáticos permite o desenvolvimento de ações pedagógicas que busquem ampliar o raciocínio dos alunos, o que pode facilitar o processo de ensino/aprendizagem. Entretanto, jogos didáticos podem ser usados também como uma forma de levantamento de conhecimento prévio da turma caso seja aplicado antes do desenvolvimento do conteúdo.

6. CONCLUSÃO

Os alunos que participaram desta sequência didática pertencem em sua grande maioria a classe D/E, tendo, portanto, baixo poder aquisitivo, o que os torna mais vulneráveis a situações de criminalidade. Adicionalmente, falta a eles oportunidades e perspectivas. Essa turma teve uma grande variação em sua formação, pois os alunos frequentam o ensino médio noturno apenas enquanto estão trabalhando e em geral são contratados por um curto espaço de tempo. Esse fato faz com que os alunos fiquem constantemente migrando entre os turnos escolares e entre escolas.

Os alunos dessa turma apresentavam um grande desinteresse pelas atividades escolares, sendo esse comportamento muitas vezes a causa de rugas entre docentes e discentes. Entretanto, mesmo com tantos desafios, mostraram-se dispostos a realizar atividades diversificadas, que desafiassem seu conhecimento e valorizavam suas habilidades. A falta de interesse poderia estar relacionada a dificuldades em reconhecer a utilidade prática do conteúdo abordado em sala de aula. Também poderíamos citar o fato de adolescentes possuírem um comportamento imediatista e não entendendo o porquê de ter que estudar determinado tema se esse conhecimento acaba não sendo utilizado em situações cotidianas.

Entretanto, não podemos justificar o comportamento dos alunos apenas pela fase do desenvolvimento em que estão. Para Becker (1993), “determinadas concepções pedagógicas, traduzidas didaticamente, fazem avançar, retardar ou até impedir o processo de construção de conhecimento”. Tendo isso em vista, o procedimento de alguns educadores pode contribuir para tornar os alunos agentes completamente passivos, sendo indiferentes ao processo de ensino/aprendizagem, ao conteúdo trabalhado e a metodologia desenvolvida. Portanto, se os educandos não se envolverem com as atividades propostas podem ser desencadeados o desinteresse e apatia, pois não querem pensar, fazer tarefas, chegando a dormir na sala durante as aulas (LISOWSKI, 2007).

Com o presente trabalho pudemos experienciar a mudança no comportamento dos alunos quando trabalhamos com atividades variadas que levaram em consideração diferentes habilidades e conhecimentos. Compreendemos a importância de critérios claros para analisar as atividades dos estudantes, pois isto possibilita ao professor a retomada de temas que não foram internalizados de maneira adequada, permitindo identificar falhas na compreensão dos conteúdos. Para ampliar a conexão entre professor e alunos podemos explorar a liberdade na criação das atividades, o que facilita ao professor a identificação de pontos forte e fracos da turma, permitindo assim a ampliação de situações que proporcionem o processo de ensino/aprendizagem.

7. REFERÊNCIAS

ANDERSON, L. W. et. al. A taxonomy for learning, teaching and assessing: a revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives. Nova York: Addison Wesley Longman, 2001. 336 p.

ALMEIDA, G. C. S.; LAMOUNIER, W. M. Os alimentos transgênicos na agricultura brasileira: evolução e perspectivas. Organizações Rurais & Agroindustriais, Lavras, v. 7, n. 3, p. 345-355, 2005.

BECKER, F. Da ação à operação: o caminho da aprendizagem: J. Piaget e Paulo Freire. Porto Alegre: Palmarinca, 1993.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. Base nacional comum curricular. Brasília, DF, 2017. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/conselho-nacional-de-educacao/base-nacional-comum-curricular-bncc-etapa-ensino-medio>>. Acesso em: dezembro de 2018.

CARABETTA, V. J. Uma investigação microgenética sobre a internalização de conceitos de biologia por alunos do ensino médio. Revista Contemporânea de Educação, Rio de Janeiro, v. 5, n. 10, p. 1-10, 2010.

CASAGRANDE, G. L. A genética humana no livro didático de biologia. 2006. 103 f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

CORTELLA, M. S. A escola e o conhecimento: fundamentos epistemológicos e políticos. 14. ed., São Paulo, Cortez, 2011.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J.A.P.; PERNAMBUCO, M.M. Ensino de ciências: Fundamentos e Métodos. São Paulo: Cortez, 2002.

DUNNING, David. We are all confident idiots. Pacific Standart: The Science of Society. October, 2014

FERRAZ, A. P. C. M.; BELHOT, R.V. Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais Gest. Prod., São Carlos, v. 17, n. 2, p. 421-431, 2010.

GLASSER, W. Teoria da escolha – Uma nova psicologia da Liberdade Pessoal, Mercuryo, 2002.

GRANDO, R. C. O conhecimento matemático e o uso de jogos na sala de aula. Tese de doutorado. Campinas, 2000

GÜNTHER, H. Como Elaborar um Questionário (Série: Planejamento de Pesquisa nas Ciências Sociais, Nº 01). Brasília, DF: UnB, Laboratório de Psicologia Ambiental, (2003) URL: https://www.ufsj.edu.br/portal2-repositorio/File/lapsam/Texto_11_-_Como_elaborar_um_questionario.pdf Acesso em março de 2019.

KRASILCHIC, M. Reforma e realidade: o caso do ensino de ciências. São Paulo em Perspectiva, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 85-93, 2000.

LARA, I. C. M. Jogando com a matemática de 5ª a 8ª série. São Paulo: Rêspel, 2004.

LISOWSKI, L. F. F. A indiferença do aluno frente à aprendizagem: Possíveis formas de amenizá-la. “Disponível em:” <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1044-4.pdf>. Acesso em 20/11/2020.

LUCKESI. C.C. Avaliação e Aprendizagem Escolar. São Paulo: Cortez, 1995.

MACEDO, L. Situação-problema: forma e recurso de avaliação, desenvolvimento de competências e aprendizagem escolar. In: PERRENOUD, P. et al. As competências para ensinar no século XXI: a formação dos professores e o desafio da avaliação. Porto Alegre: Artmed, 2002.

MASCARENHAS, C. F. D.; STIPP, N. A. F.; CAMPOS, R. A.; STIPP, M. E. F. Organismos geneticamente modificados: uma abordagem sob a ótica do Direito Ambiental. Geografia (Londrina), 2012.

MEIRIEU, P. Aprender... sim, mas como? 7. ed. Porto Alegre: Artmed, 1998.

MENDONÇA, A. C. C. de. Transgênicos: opinião de professores e alunos de nível médio da área. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, 2005.

MONQUERO, P. A. Plantas transgênicas resistentes aos herbicidas: situação e perspectivas. Bragantia, Campinas, 2005.

MOURA J.; MEIRELES M. S.; GONÇALVES N. M. N.; PERON A. P. Biologia/Genética: O ensino de biologia, com enfoque a genética, das escolas públicas no Brasil – breve relato e reflexão 2013 <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/seminabio/article/view/13398/13912> Acesso em março de 2019.

NEVES, M. C. D.; PEREIRA, R. F. Divulgando a Ciência: de brinquedos, jogos e do voo humano. 1. Ed. Maringá, PR: Massoni, 2006.

OCA, I. C. M. Que aportes ofrece la investigación reciente sobre aprendizagem para fundamentar nuevas estrategias didácticas? Revista Educación, México, v. 19, n. 1, p. 7-16, 2005.

OECD. *PISA 2015* – Programa Internacional de Avaliação de Estudantes. Matriz de Avaliação de Ciências. 2015.

PAIVA, A. L. B.; MARTINS, C. M. C. Concepções prévias de alunos de terceiro ano do ensino médio a respeito de temas na área da genética. Minas Gerais: UFMG, 2005

Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN: ensino médio. Brasília: MEC/SEMTEC, 2013.

PINHEIRO, N. A. M.; MATOS, E. A. S. A. e BAZZO, W. A. Refletindo acerca da ciência, tecnologia e sociedade: enfocando o ensino médio. *Revista Iberoamericana de Educación*, Madrid, n. 44, 2007.

PRATES JUNIOR, M S L; SIMÕES NETO, J. E. Situações-problema como Estratégia Didática para o Ensino dos Modelos Atômicos, 2015

ROSA, C. A. P. História da ciência: a ciência e o triunfo do pensamento científico no mundo contemporâneo. Carlos Augusto de Proença. 2. ed. Brasília: FUNAG, 2012.

SÃO PAULO (ESTADO). Secretaria da educação. Currículo do Estado de São Paulo: Ciências da Natureza e suas tecnologias. 1ª Ed. Atualizada, 2010, 152p.

SCHAEFFER, E. H. O jogo matemático como experiência de diálogo: análise fenomenológica da percepção de professores de matemática. Dissertação Mestrado em Educação para a Ciência e o Ensino de Matemática, Universidade Estadual de Maringá, Maringá. 2006.

SIMÕES NETO, J. E. Abordando o conceito de isomeria por meio de situações-problema no Ensino Superior de química. 2009. 120 f. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

VILELA, M. R. A produção de atividades experimentais em genética no ensino médio. 2007. 50 f. Monografia (Especialização em Ensino de Ciências por Investigação) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

XAVIER. M. C. F. A nova biologia e a genética nos livros didáticos de biologia no ensino médio. *Ciência e Educação*, Bauru, v. 12, v. 3, p. 275-289, 2006.

ZABALA, A.; ROSA, E.F.F. A prática educativa: como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998. Tradução ROSA, E.F.F

ANEXO 1

Questionário para levantamento de conhecimento sobre o DNA e OGM

1- Você conhece a sigla DNA?

☐ Não sei ☐ Sei pouco ☐ Sei satisfatoriamente ☐ Sei muito

2- Você sabe onde o DNA se localiza na célula?

☐ Não sei ☐ Sei pouco ☐ Sei satisfatoriamente ☐ Sei muito

3- Você saberia dizer qual a função do DNA?

☐ Não sei ☐ Sei pouco ☐ Sei satisfatoriamente ☐ Sei muito

4- Você já leu ou ouviu falar sobre organismos geneticamente modificados?

☐ Não sei ☐ Sei pouco ☐ Sei satisfatoriamente ☐ Sei muito

5- Você saberia identificar um alimento geneticamente modificado?

☐ Não sei ☐ Sei pouco ☐ Sei satisfatoriamente ☐ Sei muito

6- Você sabe como é feita a modificação do DNA dos seres vivos?

☐ Não sei ☐ Sei pouco ☐ Sei satisfatoriamente ☐ Sei muito

7- Você saberia identificar algo produzido por organismos geneticamente modificados?

☐ Não sei ☐ Sei pouco ☐ Sei satisfatoriamente ☐ Sei muito

ANEXO 2



Indicações e sugestões

As atividades a seguir fazem parte de uma sequência didática para o ensino de Genética e biotecnologia. Estas atividades exploram o vocabulário próprio deste conteúdo, bem como desenvolvem os temas previamente estabelecidos pelo Currículo do Estado de São Paulo. Com isso, pretende-se aproximar os tópicos pré-estabelecidos com o cotidiano dos alunos, utilizando atividades diferenciadas, como jogos didáticos e atividades em grupo. Ao diversificar as fontes de informação, utilizando linguagens variadas, proporcionamos aos estudantes uma gama maior de possibilidades de aprendizagem, pois os mesmos temas são trabalhados em diferentes momentos, proporcionando compreensão e apreensão dos conteúdos.

Sugerimos ao docente que analise o estágio de conhecimento do grupo de alunos que pretende desenvolver as atividades propostas. O professor pode aplicar um questionário, para identificar os conhecimentos prévios dos alunos, ele pode inicialmente conversar com os alunos para compreender o que já sabem sobre os temas que serão abordados. Estes levantamentos ajudaram o professor a identificar quais atividades são mais adequadas ao grupo de alunos. Algumas atividades podem ser consideradas muito simples para alguns educandos, o que, poderia fazê-los perder o interesse nas demais propostas feitas pelo professor.

Para compor um conjunto de atividades apropriado ao público em questão, recomendamos os docentes que escolham atividades de diferentes escalas de conhecimento, assim permitindo que os alunos desenvolvam habilidades variadas e tenham a possibilidade expressar seu conhecimento de formas diversas.

As atividades propostas nesta sequência didática podem ser trabalhadas em conjunto ou de maneira individualizada. Podem também, ser modificadas e adaptadas para que os estudantes tenham mais possibilidades de aprendizagem. Sugerimos aos docentes que analisem tanto seus alunos como as atividades propostas, para que o conjunto então formado seja rico em possibilidades, ensinamentos e aprendizagens.

O jogo GeneQuest, que também está disponível neste documento, pode ser usado como uma maneira de finalização dos conteúdos estudados. Oferecendo aos estudantes a oportunidade para retomarem conceitos e temas que foram previamente trabalhados. Este momento pode ser um indicativo de quanto os alunos aprenderam, pois quanto mais facilidade em responder as questões, mais familiarizados com os tópicos estes estarão. Nosso jogo também poderá ser aplicado anteriormente as atividades, como uma maneira de levantamento de conhecimento prévio do grupo.

Atividades que compõe a sequência didática

Atividade 1: Homem como agente de mudanças

Habilidade: Reconhecer a existência de um código genético universal, por meio do qual a sequência de bases do DNA é traduzida em uma sequência de aminoácidos na proteína

Tempo de duração: duas aulas

Método: Aula expositiva utilizando diapositivos

Escala de conhecimento: Compreender



<https://pt.wikipedia.org/wiki/Milho>



<https://wp.ufpel.edu.br/petea/as-bananas-tem-sementes/>



<https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/noticia/2015/07/uma-pintura-renascentista-mostra-que-melancia-costumava-ser-bem-diferente-do-que-conhecemos.html>

Atividade 2: A proposta de Jacó

Habilidade: Prever resultados de cruzamentos genéticos baseados nas leis de Mendel

Identificar os aspectos históricos das concepções sobre hereditariedade à luz da época em que foram propostas

Elaborar e testar hipóteses sobre composição genética de indivíduos

Propor e testar hipóteses sobre herança, aplicando as ideias de Mendel

Tempo de duração: duas aulas

Método: Leitura compartilhada do texto: A proposta de Jacó; Resolução de atividades sobre cruzamentos mendelianos

Escala de conhecimento: Compreender

A proposta de Jacó

Labão tinha duas filhas: Léia e Raquel. Algumas traduções da Bíblia dizem que Léia tinha os olhos ternos, outras que os tinha enfermos, outras ainda se referem aos olhos de Léia como “sem brilho”. Vamos falar a verdade: Era vesga, zaroia, olhava o peixe e fritava o gato, a pobre da moça. Em compensação, sua irmã Raquel era bonita (“formosa de porte e de semblante”, mas é sempre bom atualizar as coisas). Jacó, é claro, estava apaixonado por Raquel, e se saiu com essa:

— Tio vou trabalhar para você por sete anos, e o único pagamento que quero em troca é a mão de sua filha Raquel.

— Ué, que que você vai fazer com a mão da menina, Jacó?

— Ah, tio, piada velha não! Você entendeu: quero me casar com Raquel.

Os olhos de Labão brilharam. Ia ter um empregado trabalhando de graça por sete anos, e no fim ainda ia casar a filha com um sobrinho rico. Sua irmã, Rebeca, já fazia parte daquela família. Se Raquel entrasse nessa também, quando Isaque morresse boa parte de sua gorda herança seria da família dele. Mas é claro que ele não ia deixar transparecer sua alegria com a proposta de Jacó:

— Hum... Casar com minha filha? Sei não... Bom, melhor entregar minha filha a você do que a outro vagabundo. Digo, a qualquer vagabundo. Beleza, negócio fechado.

E assim Jacó trabalhou de graça por sete anos para poder casar-se com Raquel, e esse tempo todo passou como se fossem poucos dias, de tanto que ele a amava.

Cumpridos os sete anos, Jacó foi falar com Labão:

— Tio, já trabalhei o tempo estipulado, agora falta o senhor honrar sua parte no contrato.

— Beleza, Jacó! Beleza!

Mas Labão ficara mal acostumado. Os lucros que obtivera com um jovem robusto trabalhando com entusiasmo sem pagamento algum eram bastante atraentes. E ele pensava em ter em sua família uma fatia maior ainda da herança de Isaque. Então chamou todos os homens do lugar e preparou um banquete. Todo mundo comeu e bebeu até cair pelos cantos. No fim da tarde, adivinhem o que Labão fez? Exatamente: entregou Léia a Jacó, aproveitando-se da bebedeira do sobrinho. Jacó levou Léia para sua tenda e consumou o casamento. De manhã, com uma ressaca danada, Jacó olhou para o lado e levou um susto ao ver Léia olhando para ele, ou melhor, olhando para o outro lado da tenda, bom, vocês entenderam. Ficou muito bravo,

claro, quem não ficaria? Foi correndo falar com Labão.

— Ô, seu velho safado! Que coisa é essa? Então eu trabalho sete anos de graça para você, só para poder me casar com Raquel, e você me entrega a Léia? Tá querendo morrer?

Mas Labão era macaco velho:

— Jacó, Jacó, não é nada disso. Aqui na nossa terra o costume é casar a filha mais velha primeiro, então eu não podia casar Raquel antes de Léia.

— Poxa, você teve sete anos para arrumar um marido pra Léia!

— E você acha que eu não tentei Jacó? Ninguém quis a menina, tenha piedade! Vamos fazer o seguinte: Você cumpre a semana das bodas com Léia, e depois pode se casar com Raquel, desde que trabalhe para mim os próximos sete anos.

Jacó quis matar o tio ali mesmo. Mas era um homem apaixonado, coitado, e aceitou a sacanagem toda só para poder casar-se com a mulher que amava. E dessa vez Labão cumpriu a palavra (não era nem louco de não cumprir, se aprontasse mais o sobrinho lhe comia o fígado): depois da semana das bodas, entregou Raquel como esposa a Jacó, que em troca trabalhou mais sete anos para ele. E, claro, amou Raquel muito mais do que Léia.

Isso é que é amor, né não? O cara trabalhou catorze anos pela mulher!

Depois de cumprido o trato, ou seja, depois de trabalhar por 14 anos para Labão, Jacó decide que é hora de ir embora:

— Dê-me os meus filhos e as minhas mulheres, e eu irei embora senhor meu tio.

Labão desesperou-se:

— Fique comigo, por favor, diga quanto quer, e eu pagarei!

— O senhor sabe o quanto tenho trabalhado e como tenho cuidado dos seus animais. Antes o senhor tinha pouco e agora tem muito. Preciso cuidar de minha família!

— Quanto você quer, eu lhe pago! – insistiu Labão.

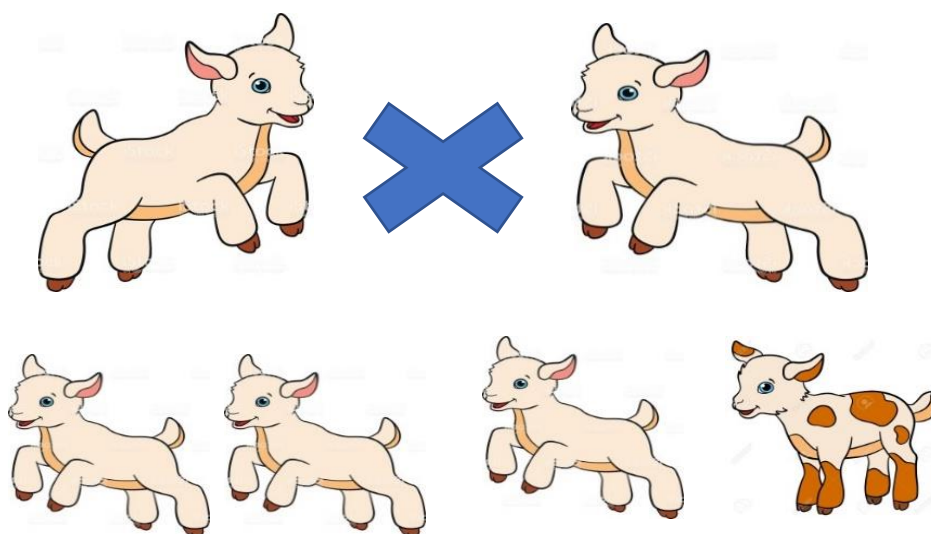
— Não quero salário. Eu continuarei a cuidar das suas cabras se o senhor concordar com minha proposta. Hoje vou passar por todo rebanho para separar para mim todos os cabritos malhados. É só isso que eu quero como pagamento.

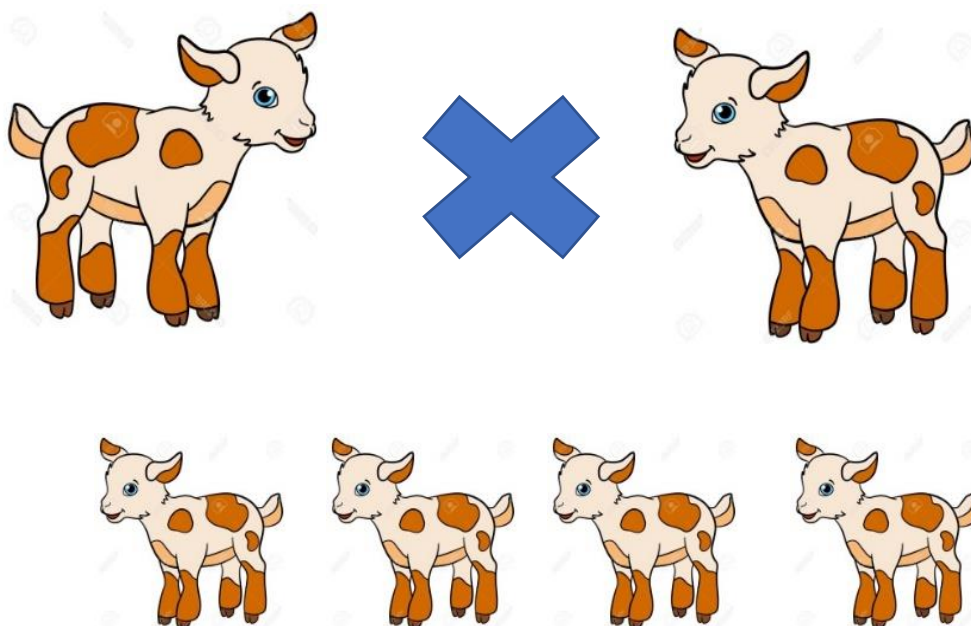
Como a amizade entre os dois não era tão grande assim, Jacó ainda fez uma ressalva:

— No futuro será fácil o senhor saber se eu tenho sido honesto. Na hora de conferir meu salário, se houver no meu rebanho cabritos que não sejam malhados, o senhor saberá que fui eu que os roubei.

— Está bem. Aceito sua proposta!

Como Jacó havia passado muito tempo cuidando do rebanho de Labão ele havia observado algumas coincidências:





- 1- Descreva o que você acredita que Jacó observou após trabalhar tantos anos cuidando das ovelhas.
- 2- Qual seria uma possível explicação para as combinações de cores apresentadas pelas ovelhas? Use seu conhecimento sobre o DNA para justificar esta questão.
- 3- Como podemos explicar o surgimento de uma ovelha com uma cor diferente das cores normalmente encontradas?

Atividade adaptada a partir do original:

https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3023602/mod_resource/content/0/bIOLOGIA_CAA_2s_Vol2_2010reduzido.pdf

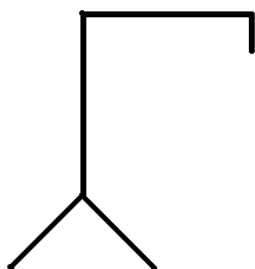
Atividade 3: Enforcando o DNA

Habilidade: Correlacionar os conceitos mendelianos aos conhecimentos sobre a estrutura e função do DNA

Tempo de duração: uma aula

Método: Jogo didático: Forca

Escala de conhecimento: Aplicar



Os alunos foram desafiados a adivinhar quais letras deveriam ser usados para completar os termos ou os conceitos escolhidos pela professora.

Palavras escolhidas:

DNA

RNA

Ácido Desoxirribonucleico

Ácido Ribonucleico

Dica para o professor:

Ao final do processo, os alunos podem ser questionados sobre como as atividades propostas até o momento poderiam ser relacionadas.

Atividade 4: DNA DE JUBUBAS

Habilidade: Reconhecer o DNA como um polímero formado por unidades básicas (os nucleotídeos) repetidas ao longo da molécula

Reconhecer o significado da repetição de unidades para o papel desempenhado pela molécula do DNA

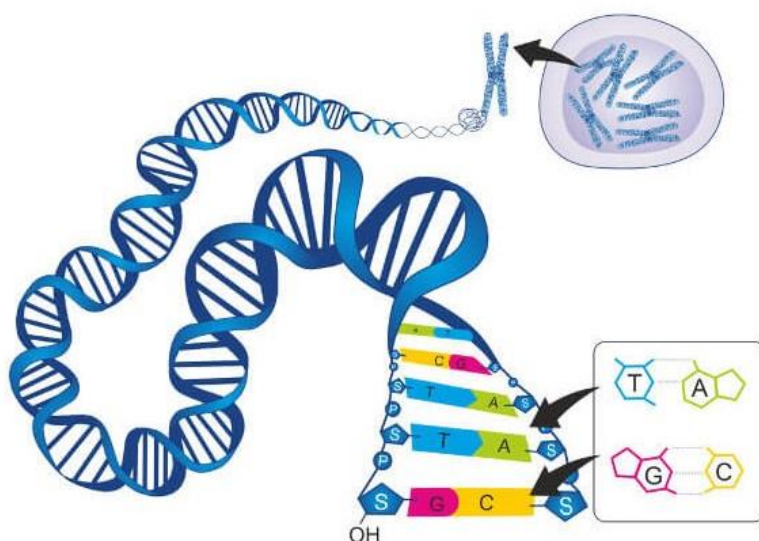
Reconhecer o emparelhamento específico entre as bases nitrogenadas que compõem o DNA

Tempo de duração: duas aulas

Método: Atividade prática: Montando uma molécula de DNA com balas de goma

Escala de conhecimento: Conhecer

DNA DE JUBUBAS



Sabemos que o DNA é um ácido nucleico que contém as informações a respeito de todas as nossas características. O DNA é constituído por duas cadeias de nucleotídeos ligadas entre si através de ligações de hidrogênio. Essa estrutura se mantém em uma forma de hélice, como uma escada disposta em espiral.

Cada nucleotídeo é formado por fosfato, um açúcar chamado de desoxirribose e uma base nitrogenada. As bases nitrogenadas do DNA são: adenina, guanina, citosina e timina. Cada base só se liga a uma determinada base específica: adenina liga-se à timina e citosina, à guanina.

Nesta proposta de aula, você montará um modelo utilizando jujubas para melhor ilustrar a estrutura do DNA. Para montar o seu modelo de DNA de jujubas você precisará de:

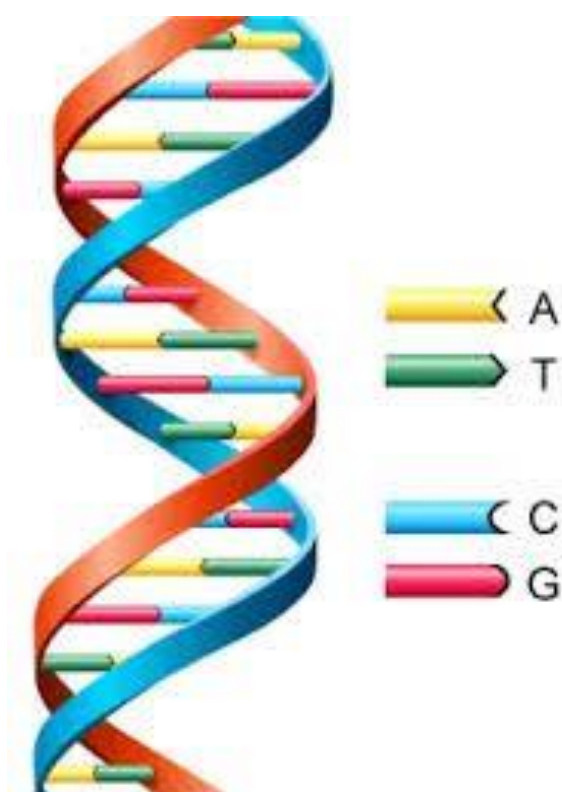
- Jujubas: representarão as bases nitrogenadas.
- Palitos de dente: representarão as ligações de hidrogênio
- Arame fino e maleável: representará açúcar e fosfato.

A montagem é bem simples. Inicialmente corte o arame em dois pedaços iguais. O ideal é que tenha até 30 centímetros de comprimento cada um. Pegue as jujubas e coloque

uma em cada ponta do palito de dente. Você deverá padronizar as cores para cada base nitrogenada. Por exemplo: amarela para a adenina e verde para a timina. Desse modo, a jujuba verde só pode fazer par com a amarela.

Depois de formar os pares de jujubas, passe o arame pelo interior delas, ligando os pares uns aos outros. Após passar por todos os pares você terá um modelo semelhante a uma escada. Mas lembre-se que o DNA possui forma helicoidal! Dessa forma, você precisará torcer o arame.

Observe a estrutura do DNA para a confecção do seu modelo



Atividade adaptada a partir do original:

<https://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/dna-jujubas.htm#:~:text=Inicialmente%20corte%20o%20arame%20em,cores%20para%20cada%20base%20nitrogenada>

Atividade 5: Encontrando meu Par ou Não

Habilidade: Reconhecer as semelhanças e diferenças entre o DNA e o RNA

Tempo de duração: uma aula

Método: Jogo Didático: Encontrando meu Par ou Não!!

Escala de conhecimento: Compreender

O professor deve elaborar sequências de nucleotídeos que representam o DNA, estas sequências devem apresentar seu par correspondente e também o RNA de um dos lados da dupla fita. Cada aluno irá receber uma ficha (como no exemplo abaixo). Ao comando do professor os alunos devem procurar seu par. Os alunos que não encontraram o par, por receberem a ficha do RNA, devem procurar qual a trinca que poderia ter lhe dado origem.

Exemplo de cartas entregues aos alunos:

AAA

CTG

TTT

GAC

UUU

Atividade 6: Desafio da leitura falhada

Habilidade: Conceituar gene, alelo, homozigoto, heterozigoto, dominante, recessivo, genótipo e fenótipo

Tempo de duração: duas aulas

Método: Leitura e análise de texto: Desafio da leitura falhada, os alunos precisaram completar o texto com termos adequados para que as frases fizessem sentido.

Escala de conhecimento: Conhecer

Desafio da leitura falhada

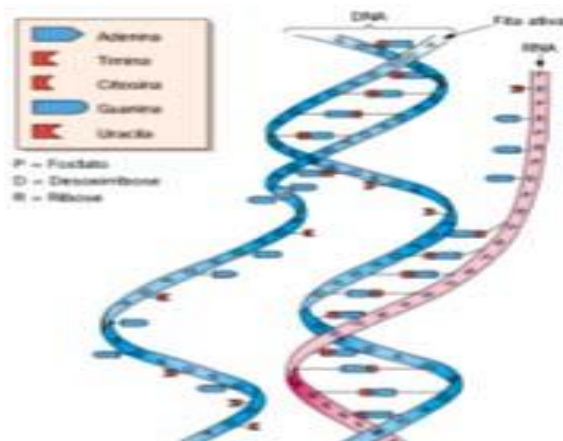
Um aluno muito desastrado derrubou refrigerante em um texto muito importante, mas felizmente ele conseguiu com um amigo as palavras que faltavam. Entretanto, por ser muito desastrado ele não sabe em qual lacuna vai cada uma das palavras. Como você é um ótimo amigo, irá ajudar seu colega.

proteína, molécula, organelas, ligação peptídica, mensageiro, processo, unidades, trecho, trincas, gene, aminoácidos, código genético, DNA, cadeia simples

Código genético e síntese de proteínas

Os cromossomos são constituídos por um longo filamento de _____ associado a certas _____. Alguns trechos do DNA desses cromossomos dão início ao processo de fabricação de proteínas. Esses trechos de DNA são o que chamamos de _____. Quanto ao RNA, cujos nucleotídeos se agrupam numa _____, seus diferentes tipos também participam dos processos de síntese proteica. O início da síntese de uma proteína se dá quando um determinado _____ de DNA, tem suas duas cadeias separadas.

A sequência de bases transcritas a partir do DNA é chamada de RNAm (_____) carrega consigo a informação codificada para a construção de uma _____ de proteína. Essa codificação se dá na forma de _____ bases nitrogenadas, chamadas códons. As proteínas são moléculas formadas por uma sequência de unidades menores chamadas aminoácidos.



A etapa seguinte da síntese proteica ocorre no citoplasma onde o RNAm formado acopla-se a _____ chamadas ribossomos, que são constituídas por RNAr associado a proteínas. Entra em ação, então, o terceiro tipo de RNA, o RNA transportador, que recebe esse nome em virtude de transportar com ele os aminoácidos, as _____

constituintes das proteínas. No RNAt há uma trinca de bases nitrogenadas denominadas anticódon, por meio das quais ele se liga temporariamente ao RNAm no ribossomo pelas bases complementares (códon).

Os aminoácidos transportados em cada RNAt unem-se entre si por meio de uma ligação química conhecida por _____. O ribossomo, que catalisa esse processo, desloca-se então sobre o RNAm e o primeiro RNAt se desliga do conjunto ribossomo-RNAm, sendo que os aminoácidos permanecem ligados. Em seguida, uma nova molécula de RNAt se une ao ribossomo, transportando mais um aminoácido que se junta aos outros dois. O _____ continua até que todos os códons do RNAm tenham sido percorridos pelo ribossomo, recebendo os RNAt complementares e formando uma cadeia de aminoácidos, ou seja, uma molécula de proteína

Todas as proteínas presentes nos mais diferentes seres vivos são compostas por combinações entre 20 _____. Essas combinações são determinadas, como vimos, pelas sequências de códons do RNAm que foram transcritas a partir do DNA. Damos o nome de _____ à correspondência entre os códons e os aminoácidos.

<https://educacao.uol.com.br/disciplinas/biologia/gene---funcoes-codigo-genetico-e-sintese-de-proteinas.htm>

Atividade 7: Memória Genética

Habilidade: Conceituar gene, alelo, homozigoto, heterozigoto, dominante, recessivo, genótipo e fenótipo

Tempo de duração: duas aulas

Método: Jogo didático: Memória Genética. Divididos em grupos os alunos deveriam encontrar os pares corretos entre os termos e seus descritores

Escala de conhecimento: Conhecer

Os alunos devem ser divididos em três ou mais grupos. Cada grupo deve eleger um “olheiro” que está enviado para outro grupo, para observar se as regras para a formação dos pares está sendo seguida.

Cada grupo receberá um conjunto de fichas contendo os termos e as definições dos mesmos. Sem o auxílio externo (celular ou livro didático) os alunos devem formar os pares corretos.

Caberá ao olheiro identificar se os pares formados pelos adversários está correto.

Ganha o desafio o grupo que primeiro parear os termos e as definições de maneira adequada.

Exemplo de carta para o jogo da memória:

Amplificação

Em biologia molecular é a produção de múltiplas cópias de uma sequência de DNA.

Apoptose

A morte celular programada.

Autossomo

As células humanas contêm 46 cromossomos. Há 22 pares de autossomos, que são herdados dos dois genitores e contém essencialmente os mesmos genes. Os outros dois cromossomos ($44 + 2 = 46$), ditos sexuais, são o cromossomo X e o cromossomo Y.

Células diploides

São todas as células somáticas do organismo humano. Estas possuem um conjunto de 46 cromossomos ($2n$).

Células germinativas

Células que dão origem aos gametas.

Célula haploide

É o número de cromossomos característico das células germinativas (gametas) e é representado por n . No caso da espécie humana, n corresponde a 23 cromossomos.

Célula Somáticas

São as células que dão origem aos tecidos e órgãos.

Cromossomo

Estrutura encontrada nos núcleos das células constituídos de DNA condensado em associação com proteínas.

Crossing Over

A troca recíproca de segmentos entre cromátides de cromossomos homólogos, uma característica da prófase da primeira divisão meiótica.

DNA

Ácido desoxirribonucleico é a molécula que armazena a informação genética e consiste em duas cadeias de nucleotídeos unidas pela interação das bases complementares **A**denina e **T**imina e **C**itosina e **T**imina.

DNA Polimerase

Uma enzima que pode sintetizar um novo filamento de DNA, usando um filamento de DNA previamente sintetizado como molde.

Dominante

Uma característica é dominante se for fenotipicamente expressa nos heterozigotos.

Erro Inato do Metabolismo

Um distúrbio bioquímico geneticamente determinado, no qual um defeito proteico específico produz um bloqueio metabólico que pode ter consequências patológicas.

Estrutura Primária da Proteína

A sequência de aminoácidos de um polipeptídio.

Eucarionte

Um organismo unicelular ou multicelular no qual as células têm um núcleo com uma membrana nuclear e outras características especializadas.

Éxon

Éxon é um segmento de DNA de um gene que representa o código para a formação das proteínas. Esse código é transportado através do RNA mensageiro.

Fenótipo

As características bioquímicas, fisiológicas e morfológicas observadas de um indivíduo, determinadas por seu genótipo e o ambiente no qual se expressa.

Genes Homólogos

Referem-se a genes que têm sequências de DNA similares, que podem ter funções bioquímicas correlatas e que surgiram de um gene ancestral comum.

Genoma

O DNA em um conjunto haploide (23 cromossomos) humano. Uma célula humana contém dois genomas: um paterno e um materno.

Genótipo

A constituição genética de uma pessoa.

Mutação

Mudança de pares de bases de nucleotídeos no DNA.

Nucleotídeo

Subunidades informacionais que quando unidas em cadeia constituem o DNA. Existem quatro subunidades diferentes: **A**denina (A), **G**uanina (G), **T**imina (T) e **C**itosina (C). A Adenina e Timina se pareiam especificamente, assim como a Guanina e a Citosina. Os nucleotídeos também são chamados de bases.

Oncogene

Um gene de ação dominante envolvido no crescimento celular desregulado e proliferação, responsável pelo desenvolvimento de um tumor.

Pleiotropia

Efeitos fenotípicos múltiplos de um único gene ou par de genes.

Pluripotente

Descreve uma célula embrionária que é capaz de originar tipos diferentes de tecidos diferenciados ou estruturas.

Promotor

Uma sequência de DNA regulatória situada na porção inicial do gene que regula a sua expressão.

Quiasma

Entrecruzamento de filamentos de cromátides dos cromossomos homólogos.

Quimera

Ser vivo composto de células derivadas de dois zigotos geneticamente diferentes.

Reação em Cadeia da Polimerase (PCR)

Técnica que permite a replicação de um segmento de DNA no tubo de ensaio.

Rearranjo

Quebra cromossômica seguida de reconstituição em uma combinação anormal.

Recessiva

Uma característica que é expressa apenas em homozigose.

Recombinante

Um indivíduo que tem uma combinação de alelos não encontrada em ambos os genitores.

Região Promotora

Região regulatória de um gene onde vai se ligar a RNA polimerase para fazer a transcrição de um gene.

Ribossomo

Organela citoplasmática composta de RNA ribossômico e proteína.

RNA (ácido ribonucleico)

Um ácido nucleico formado sobre um molde de DNA, contendo ribose em vez de desoxirribose.

RNA Polimerase

Uma enzima que sintetiza RNA em um DNA molde.

Segregação Cromossômica

A separação de cromossomos na divisão celular, de modo que cada célula filha recebe um número igual de cromossomos.

Tecnologia do DNA Recombinante

Tecnologia pela qual uma molécula de DNA é construída *in vitro* a partir de segmentos de mais de uma molécula de DNA parental.

Terapia Gênica

O tratamento de uma doença pela introdução de sequências de DNA que terão um benefício terapêutico.

Tradução

A síntese de um polipeptídeo a partir de um molde de mRNA.

Transcrição

A síntese de uma única molécula de RNA uni filamentar a partir de um molde de DNA no núcleo celular, catalisada pela RNA polimerase.

Trissomia

O estado de ter três representantes de um determinado cromossomo em vez do par usual, como na trissomia do 21 (síndrome de Down).

Fonte: NUSSBAUM, R.L. e cols. Thompson & Thompson Genética Médica. 6ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.

Atividade 8: Câncer: conhecer, prevenir e vencer.

Habilidade: Relacionar a duplicação do DNA ao processo de divisão celular

Identificar o papel da enzima DNA polimerase na duplicação do DNA

Interpretar gráficos e figuras relativos à duplicação do DNA

Reconhecer as semelhanças e diferenças entre o DNA e o RNA

Relacionar os diferentes tipos de RNA ao processo de síntese de proteínas

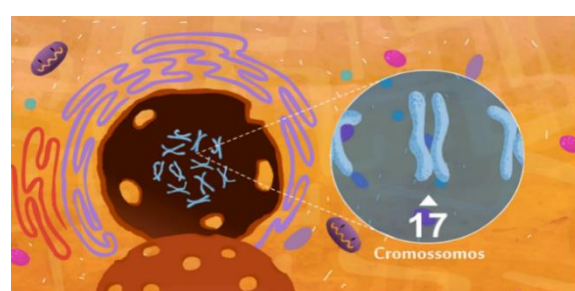
Tempo de duração: duas aulas

Método: Vídeo informativo: Câncer: conhecer, prevenir e vencer.

Os alunos assistiram a uma animação sobre o câncer e resolveram uma atividade que buscava relacionar o vídeo com alterações no DNA.

Escala de conhecimento: Compreender

O câncer, o DNA e a Genética



<https://www.youtube.com/watch?v=HU2sXd5H48Q>

Atividade 9: Bebê com DNA de três pessoas

Habilidade: Relacionar as técnicas usadas em Biotecnologia aos principais conceitos de Genética e Biologia Molecular

Reconhecer as aplicações da engenharia genética na medicina, entre elas a terapia gênica

Tempo de duração: duas aulas

Método: Leitura e análise de texto: Bebê com DNA de três pessoas

Leitura e análise de texto sobre técnicas de fertilização *in vitro* para uma possível cura para uma anomalia genética mitocondrial.

Escala de conhecimento: Aplicar

REDAÇÃO GALILEU

11 ABR 2019 - 15H30 ATUALIZADO EM 11 ABR 2019 - 15H30

Bebê com DNA de "três pais" nasce na Grécia

Forma experimental de fertilização *in vitro* faz com que bebê seja parente da mãe, da doadora de óvulos e do pai

O bebê é filho biológico de 'três pessoas'

Um bebê com DNA de três pessoas nasceu na Grécia após um controverso tratamento de fertilidade. De acordo com os médicos, a mãe e a criança, que nasceu pesando 2,9 kg, passam bem. Os médicos acreditam que estão "fazendo história na medicina" e que o tratamento poderia ajudar casais com problemas de fertilidade em todo o mundo.

No processo, o bebê é parente da mãe, da doadora de óvulos e do pai. Isso porque o óvulo doado dá à criança suas mitocôndrias – estruturas produtoras de energia que possuem seu próprio material genético. Ou seja, uma pequena fração do DNA do embrião é da doadora. O tratamento foi realizado no Institute of Life na Grécia. Segundo os médicos responsáveis, isso marca um avanço histórico, já que é a primeira vez que uma técnica de fertilização *in vitro* envolvendo DNA de três pessoas foi usada com o objetivo de abordar problemas de fertilidade.

O método já havia sido utilizado para garantir que crianças não tivessem doenças genéticas fatais transmitidas pela mãe através das mitocôndrias.

Os médicos afirmam que as mitocôndrias também desempenham um papel na gravidez bem-sucedida e sugerem que a técnica poderia ser aplicada de forma mais ampla como um tratamento de fertilidade. A mulher de 32 anos já havia passado por quatro rodadas de fertilização *in vitro* sem sucesso.

Nuno Costa-Borges, o embriologista espanhol que colaborou com a clínica do Institute of Life na Grécia, disse que poderia ajudar “inúmeras mulheres” a se tornarem mães e descreveu o avanço como uma revolução nos tratamentos de fertilidade.

No entanto, outros disseram que essas afirmações não foram testadas. Tim Child, professor associado da Universidade de Oxford e diretor médico da Fertility Partnership, disse em entrevista ao jornal *The Guardian*: “Os riscos da técnica não são totalmente conhecidos, embora possam ser considerados aceitáveis se forem usados para tratar doenças mitocondriais, mas não nessa situação”.

- 1- Escreva o que você achou mais relevante sobre a reportagem acima.
- 2- Como a técnica mencionada poderia modificar a vida das pessoas.
- 3- Por que podemos dizer que a criança do texto é diferente das outras? Justifique sua resposta tendo o DNA como mecanismo de resposta.

Atividade 10: Os genes não mentem jamais.

Habilidade: Reconhecer a importância dos testes de DNA na determinação da paternidade, na investigação criminal e na identificação de indivíduos

Tempo de duração: duas aulas

Método: Desafio da escrita: Os genes não mentem jamais. Os alunos foram desafiados a escrever um texto contendo um mistério que poderia ser resolvido por um exame de DNA.

Escala de conhecimento: Aplicar

Pensando em tudo que estudamos até agora sobre o DNA, descobertas científicas, alterações genéticas entre outros temas que já foram abordados, desenvolva um texto em que um mistério pode ser resolvido tendo o DNA como fonte de informações para que o criminoso ou criminosos possam ser identificados.

Atividade 11: Desenvolvendo meu transgênico

Habilidade: Relacionar as técnicas usadas em Biotecnologia aos principais conceitos de Genética e Biologia Molecular

Reconhecer as aplicações da engenharia genética na medicina, entre elas a terapia gênica

Tempo de duração: duas aulas

Método: Os alunos foram divididos em grupos e desenvolveram um organismo geneticamente modificado com o objetivo de sanar um problema.

Escala de conhecimento: Aplicar

Primeira Etapa: conhecendo organismos transgênicos e como são desenvolvidos através de vídeos e animações



Você sabe como é feito um Transgênico?

<https://www.youtube.com/watch?v=mKA0cEmNAPo>



ALIMENTOS TRANSGÊNICOS: Como são feitos e o que são

<https://www.youtube.com/watch?v=c-C11HB-zx4&t=216s>



Alimentos Transgênicos - Bioética

<https://www.youtube.com/watch?v=FPiT0WKiI04>

Segunda Etapa: divididos em grupos os alunos deveriam identificar um problema que poderia ser resolvido com o desenvolvimento de um organismo transgênico. Com o problema em mãos o grupo deveria então criar uma propaganda para vender seu organismo transgênico.

Atividade 12: Linha do tempo

Habilidade: Reconhecer a existência de um código genético universal, por meio do qual a sequência de bases do DNA é traduzida em uma sequência de aminoácidos na proteína.

Tempo de duração: duas aulas

Método: Aula expositiva: Linha do tempo. Foi apresentado aos alunos uma linha do tempo com eventos marcantes na ciência.

Escala de conhecimento: Compreender

Linha do tempo do DNA

Até 1899

- 1865 - Gregor Mendel publica trabalho sobre experimentos com ervilhas em que propõe as leis da hereditariedade e supõe que as características hereditárias são transmitidas em unidades.
- 1869 - O suíço Friedrich Miescher isola, a partir do pus humano e do esperma do salmão, uma substância com alto teor de fósforo que chama de "nucleína", posteriormente denominada "ácido desoxirribonucleico" (DNA).
- 1882 - O alemão Walter Flemming descobre corpos com formato de bastão dentro do núcleo das células, que denomina "cromossomos".

1900 até 1919

- 1900 - O holandês Hugo de Vries, o alemão Carl Correns e o austríaco Erich Tschermak von Seysenegg chegam de forma independente aos resultados de Mendel sobre as leis da hereditariedade.
- 1902 - O norte-americano Walter Sutton e o alemão Theodor Boveri dão início à teoria cromossômica da hereditariedade.
- 1909 - O dinamarquês Wilhelm Johannsen introduz o termo "gene" para descrever a unidade mendeliana da hereditariedade. Utiliza os termos "genótipo" e "fenótipo" para diferenciar as características genéticas de um indivíduo de sua aparência externa.
- 1915 - O norte-americano Thomas Hunt Morgan e outros publicam o livro "O Mecanismo da Hereditariedade Mendeliana", no qual relatam experimentos com drosófilas e mostram que os genes estão linearmente dispostos nos cromossomos.

1940 até 1959

- 1949 - O austríaco Erwin Chargaff descobre, nos EUA, uma relação quantitativa entre as bases do DNA: a proporção entre adenina e timina é sempre igual, e o mesmo ocorre entre guanina e citosina.

- 1950 - Os norte-americanos Linus Pauling e Robert Corey identificam a estrutura molecular básica de proteínas. Eles propõem uma estrutura para o DNA com três cadeias helicoidais entrelaçadas (o modelo da tripla hélice).
- 1952 - A britânica Rosalind Franklin obtém imagens de DNA, por difração de raios X.
- 1953 - O norte-americano James Watson e o britânico Francis Crick decifram, em 7 de Março, a estrutura de dupla hélice para o DNA e a publicam na revista "Nature" de 25 de Abril. Em 30 de maio, também na "Nature", Watson e Crick analisam as implicações genéticas de seu modelo e sugerem um mecanismo para a replicação do DNA.
- 1958 - Os norte-americanos Matthew Meselson e Franklin Stahl confirmam a hipótese feita por Watson e Crick de que o DNA replica-se de maneira semiconservativa.

1960 até 1979

- 1972 - O norte-americano Paul Berg obtém moléculas de DNA recombinante, unindo DNA de diferentes espécies e inserindo esse DNA híbrido em uma célula hospedeira.
- 1975 - Grupos de pesquisa desenvolvem métodos de sequenciamento de DNA.
- 1976 - Criada a primeira companhia de engenharia genética, a Genentech.

1980 até 1999

- 1980 - A Suprema Corte dos EUA decide que formas de vida alteradas podem ser patenteadas.
- 1982 - O primeiro animal (camundongo) transgênico é obtido nos EUA.
- 1983 - Companhias nos EUA conseguem obter patentes para plantas geneticamente modificadas. É mapeado nos EUA o primeiro gene relacionado a uma doença, um marcador da doença de Huntington encontrado no cromossomo 4.
- 1985 - Alec Jeffreys descreve técnica de identificação que ficou conhecida como "impressão digital" por DNA.

Os NIH dos EUA aprovam diretrizes gerais para a realização de experimentos com terapia genética em seres humanos.

- 1986 - Plantas de tabaco geneticamente modificadas para se tornarem resistentes a herbicida são testadas em campo pela primeira vez, nos EUA e na França.
- 1988 - Nos EUA, Philip Leder e Timothy Stewart obtêm primeira patente para um animal geneticamente modificado, um camundongo.
- 1989 - Criação nos EUA do Instituto Nacional para Pesquisa do Genoma Humano (NHGRI), chefiado por James Watson, para determinar toda a sequência do DNA que compõe os cromossomos humanos.
- 1994 - Liberação de tomate, primeiro alimento geneticamente modificado cuja venda é aprovada pela FDA.
- 1995 - É obtida a primeira sequência completa de DNA de um organismo de vida livre, a bactéria *Hemophilus influenzae*.
- 1997 - Nascimento da ovelha Dolly, primeiro mamífero clonado a partir de uma célula de um animal adulto pelo Instituto Roslin (Escócia). Mapa genético completo do camundongo.

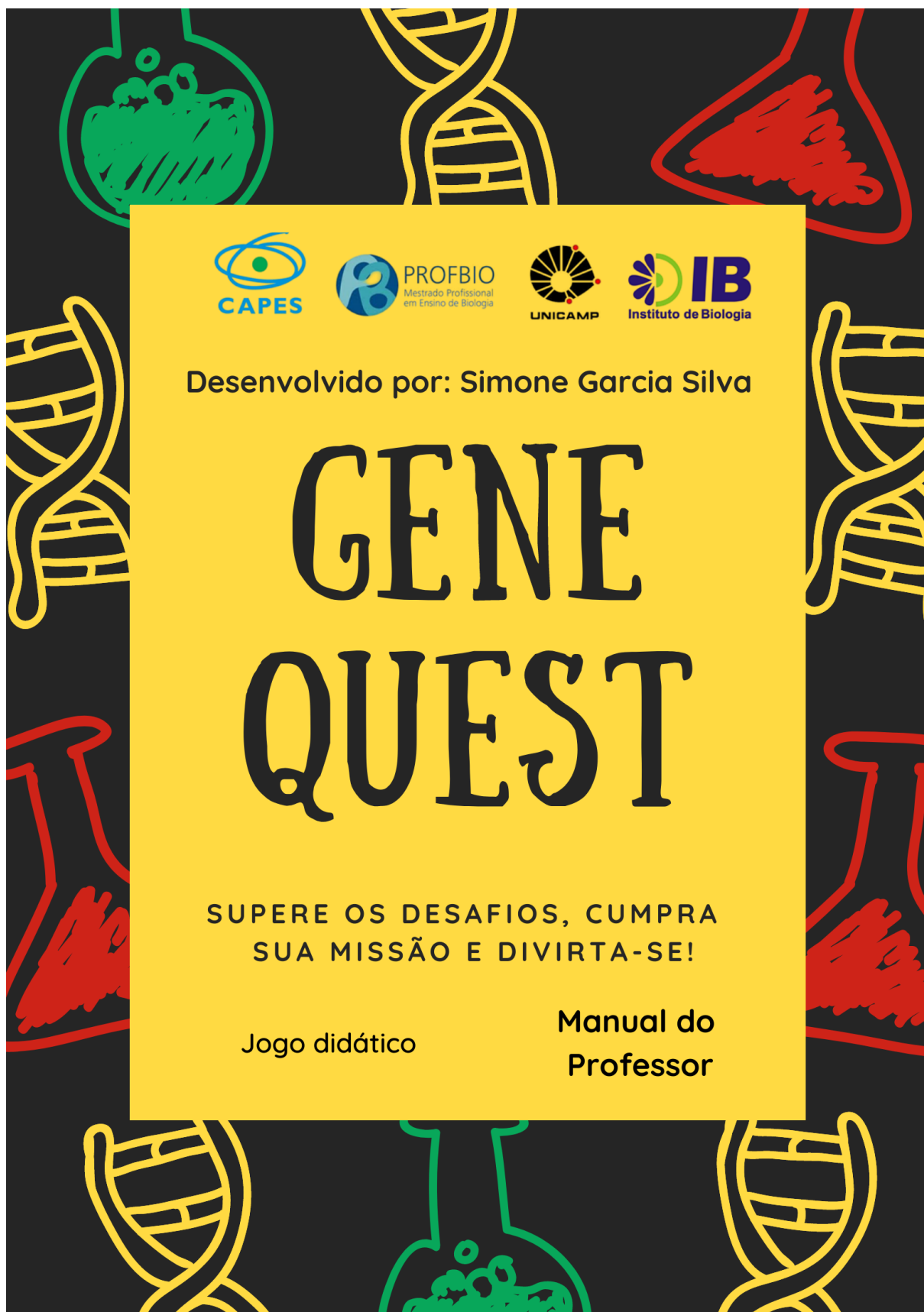
2000 até 2019

- 2000 - Pesquisadores do consórcio público Projeto Genoma Humano e da empresa privada norte-americana Celera anunciam o rascunho do genoma humano. No Brasil, pesquisadores paulistas anunciam o sequenciamento do genoma da bactéria *Xylella fastidiosa*, a causadora da doença do amarelinho em cítricos. O artigo foi destacado na capa da revista "Nature".
- 12 de fevereiro de 2001 - É anunciada a publicação da análise da sequência do genoma humano.
- 2003 - Conclusão parcial da análise da sequência do genoma humano (PGH).

Atividade adaptada a partir do original:

https://pt.wikipedia.org/wiki/Hist%C3%B3rico_do_estudo_do_DNA

Anexo 3



Jogo Didático

Regras do jogo GeneQuest

Componente do jogo

1 Dado modificado

9 Cartas especiais (cartas com missão)

9 Conjuntos com 4 cartas conquista cada

X Cartas desafio (com perguntas difíceis)

Y Cartas de jogo (com perguntas fáceis e médias)

Dado modificado

Faces do dado:

- Numeradas de um a quatro;
- Pula a vez: caso caia nessa face o jogador passa sua vez para o próximo;
- Desafio: caso caia nessa face o jogador escolherá um dos colegas para desafiar. Para isso deverá pegar uma carta desafio e ler para o colega desafiado, que deverá responder à pergunta.

Cartas com missão

Cada carta contém uma missão que deve ser completada pelo jogador.

Cartas conquista

Cada carta contém uma parte da missão que deve ser completada pelo jogador. Os itens que devem ser conquistados ao longo do jogo, a cada resposta correta o participante ganha uma carta correspondente a face do dado que foi tirada.

Cartas de desafio

Cada carta desafio contém uma pergunta e quatro alternativas sendo uma delas a correta (escrita em vermelho). Esta carta contém uma questão considerada difícil.

Cartas de jogo

Cada carta de jogo contém uma pergunta e quatro alternativas sendo uma delas a correta (escrita em vermelho). Esta carta contém uma questão com nível fácil ou médio de dificuldade.

O jogo

Cada jogador lança o dado e aquele que obtiver o ponto mais alto será o distribuidor, em caso de empate, o dado deverá ser lançado novamente. Cabe ao distribuidor a tarefa de entregar as cartas missão. Ele começa a distribuição por si mesmo e prossegue pelo jogador a sua esquerda (sentido horário). O distribuidor pega o conjunto de cartas missão e entrega uma para cada jogador, certificando-se que as missões permaneçam conhecidas apenas pelo jogador que recebeu a carta. (As missões restantes não serão utilizadas no jogo e devem ser guardadas).

O distribuidor deverá separar as cartas contendo as perguntas desafio (identificadas com uma letra D em vermelho). As demais cartas com perguntas devem ser colocadas de maneira acessível a todos os jogadores. As cartas conquista que compõem as missões devem ser separadas seguindo seus números correspondentes.

O jogo terá início pelo participante a esquerda do distribuidor. O participante jogará o dado modificado, caso a face seja um dos números o distribuidor deverá pegar uma carta de jogo e ler a pergunta que consta nela. Se o participante acertar a pergunta, o mesmo ganhará uma carta conquista correspondente a face do dado (1,2,3, ou 4). Esta carta deverá ficar a mostra para todos os demais jogadores. Caso o participante tire a face PASSA A VEZ, o mesmo, perderá sua vez nesta rodada. Se a face for a DESAFIO o participante escolherá um dos colegas para ser desafiar. Para isso ele deverá pegar uma carta desafio e ler pergunta. Caso o desafiado acerte a questão ele poderá pegar qualquer uma das cartas conquista. Mas se o desafiado não acertar a questão o participante poderá pegar uma de suas cartas conquistadas nas rodadas anteriores.

O jogo tem continuidade seguindo a sequência dos participantes repetindo-se o processo, um jogador lança do dado e o participante a sua direita lê a pergunta. As cartas com as perguntas que forem usadas deverão ser colocadas ao final do conjunto, para poderem ser lidas novamente. O jogo será finalizado quando um dos jogadores cumprir a missão estipulada na carta recebida no início da disputa.

MISSÃO

Criar um milho transgênico tolerante a herbicida e resistente a insetos.

Você irá precisar de:

- 1- Milho (*Zea mays*)
- 2- *Bacillus thuringiensis*
- 3- *Agrobacterium tumefaciens*
- 4- PCR (Polymerase Chain Reaction)

MISSÃO

Criar um algodão transgênico tolerante a seca e resistente a insetos.

Você irá precisar de:

- 1- Algodão (*Gossypium sp*)
- 2- *Bacillus thuringiensis*
- 3- Enzimas de restrição
- 4- PCR (Polymerase Chain Reaction)

MISSÃO

Criar um fungo transgênico para produzir hormônio de crescimento

Você irá precisar de:

- 1- Fungo (*Pichia pastoris*)
- 2- Tambaqui (*Colossoma macropomum*)
- 3- Fluoróforo
- 4- Centrifuga

MISSÃO

Criar um arroz transgênico mais nutritivo que o arroz comum

Você irá precisar de:

- 1- Arroz (*Oryza sativa*)
- 2- Narciso (*Narcissus pseudonarcissus*)
- 3- Enzimas de restrição
- 4- Termociclador

MISSÃO

Criar um salmão transgênico com crescimento acelerado

Você irá precisar de:

- 1- Salmão (*Salmo salar*)
- 2- Enguia (*Anguilla anguilla*)
- 3- Primer
- 4- Espectrofotômetro

MISSÃO

Criar um porco transgênico para doação de órgãos

Você irá precisar de:

- 1- Porco (*Sus scrofa domesticus*)
- 2- Homem (*Homo sapiens*)
- 3- Nocaute gênico
- 4- Ultrassonicador

MISSÃO

Criar uma cabra transgênica para produzir enzimas humanas

Você irá precisar de:

- 1- Cabra (*Capra aegagrus hircus*)
- 2- Homem (*Homo sapiens*)
- 3- Primer
- 4- Ultrassonicador

MISSÃO

Criar uma bactéria transgênica para produzir insulina humana

Você irá precisar de:

- 1- Bactéria (*Escherichia coli*)
- 2- Homem (*Homo sapiens*)
- 3- Fluoróforos
- 4- Espectrofotômetro

MISSÃO

Criar um vírus transgênico para combater pragas agrícolas

Você irá precisar de:

- 1- Vírus (*Familia Baculoviridae*)
- 2- Gene EGT Inativo
- 3- Nocaute gênico
- 4- Termociclador

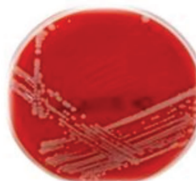
1° Parte
Milho
(*Zea mays*)



2° Parte
Bactéria
(*Bacillus thuringiensis*)



3° Parte
Bactéria
(*Agrobacterium tumefaciens*)



4° Parte
PCR
(Polymerase Chain Reaction)



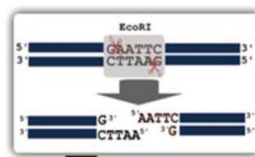
1° Parte
Algodão
(*Gossypium sp*)



2° Parte
Bactéria
(*Bacillus thuringiensis*)



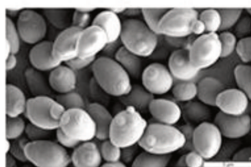
3° Parte
Enzimas de restrição



4° Parte
PCR
(Polymerase Chain Reaction)



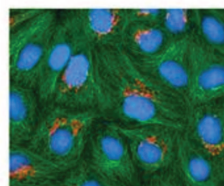
1° Parte
Fungo
(*Pichia pastoris*)



2° Parte
Tambaqui
(*Colossoma macropomum*)



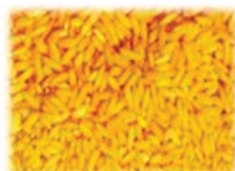
3° Parte
Fluoróforo



4° Parte
Centrifuga



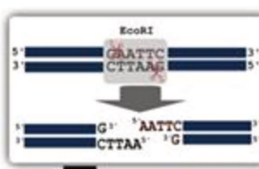
1° Parte
Arroz
(*Oryza sativa*)



2° Parte
Narciso
(*Narcissus pseudonarcissus*)

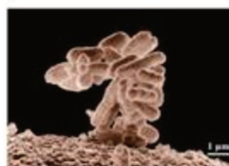
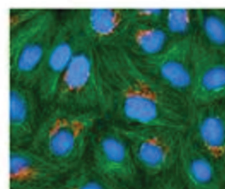


3° Parte
Enzimas de restrição



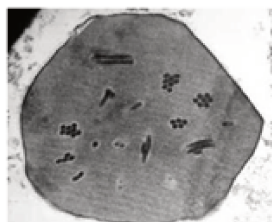
4° Parte
Termociclador



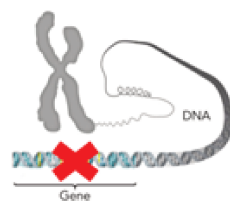
1° Parte**Salmão***(Salmo salar)***2° Parte****Enguia***(Anguilla anguilla)***3° Parte****Primer****4° Parte****Espectrofotômetro****1° Parte****Porco***(Sus scrofa domesticus)***2° Parte****Ser humano***(Homo sapiens)***3° Parte****Nocaute gênico****4° Parte****Ultrasonicador****1° Parte****Cabra***(Capra aegagrus hircus)***2° Parte****Ser humano***(Homo sapiens)***3° Parte****Primer****4° Parte****Ultrasonicador****1° Parte****Bactéria***(Escherichia coli)***2° Parte****Ser humano***(Homo sapiens)***3° Parte****Fluoróforo****4° Parte****Espectrofotômetro**

**1° Parte
Vírus**

(Familia Baculoviridae)



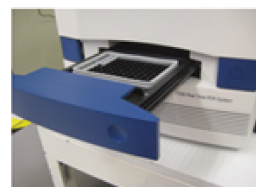
**2° Parte
Gene EGT Inativo**



**3° Parte
Nocaute gênico**



**4° Parte
Termociclador**



DESAFIO

1

2

3

4

PASSA
A VEZ

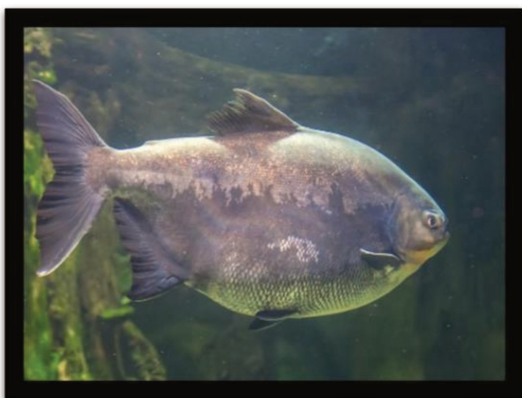


Narciso (*Narcissus pseudonarcissus*)

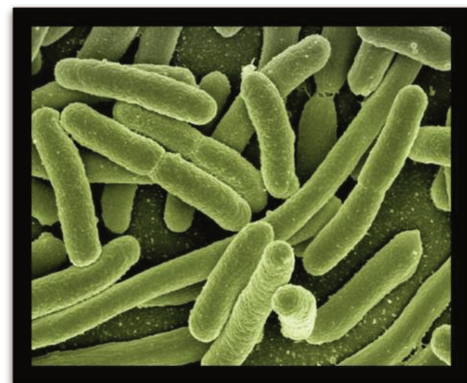
Gênero botânico da família Amaryllidaceae. Suas flores variam entre o amarelo e o branco. Tem origem no Mediterrâneo e na Ásia central e China, mas são cultivados em muitas partes do mundo, como Estados Unidos, Canadá, Brasil e Argentina. O seu nome tem origem no personagem mitológico Narciso. Floresce no princípio da primavera e é frequentemente encontrada em solo úmido.



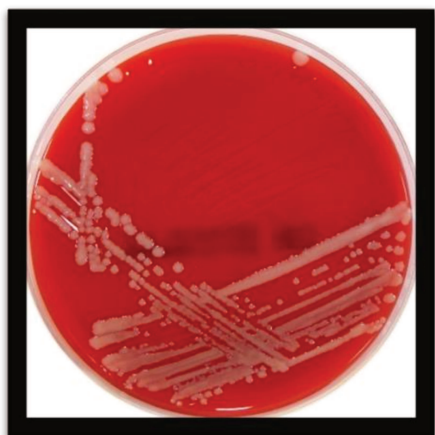
Enguia (*Anguilla anguilla*), é uma espécie europeia que se reproduz no Mar dos Sargãos. É uma espécie de peixe que suporta variações no nível de sal na água e cresce no rio e desova no mar. Os adultos migram para o mar, morrendo após a reprodução. A enguia caracteriza-se pelo corpo cilíndrico. Possui escamas muito pequenas, quase imperceptíveis a olho nu. Atingem 150 cm de comprimento e 10 quilos de peso.



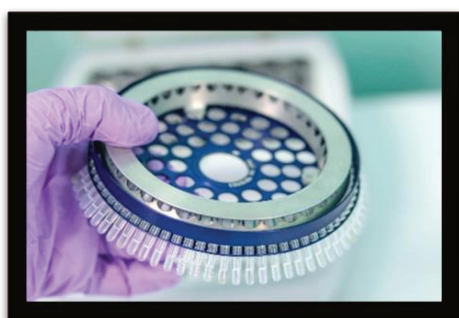
Tambaqui (*Colossoma macropomum*), é um peixe de água doce. Boca pequena e forte. A coloração geralmente é parda e preta. O tambaqui alcança cerca de 110 cm de comprimento. É encontrado na bacia amazônica, realiza migrações reprodutivas, tróficas e de dispersão. Durante a época de cheia entra na mata inundada, e alimenta de frutos ou sementes. Durante a seca, os jovens ficam nos lagos de várzea onde se alimentam de zooplâncton e os adultos migram para os rios para desovar.



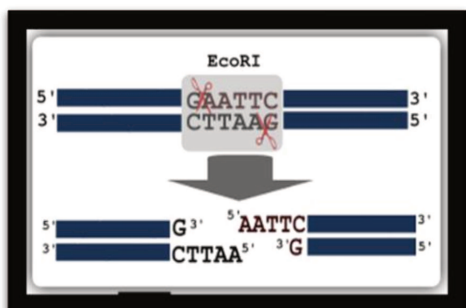
Bacillus thuringiensis é uma espécie microbiológica da família Bacillaceae, uma bactéria de solo presente em todos os continentes. É Gram-positiva, aeróbica e capaz de esporular para sobreviver a condições ambientais adversas. Essas bactérias produzem proteínas que têm efeito inseticida. Já foram identificadas proteínas que atuam em diferentes ordens de insetos. Foi descoberto em 1911 por Ernst Berliner. Passou a ser utilizado como inseticida na França em 1938 e nos Estados Unidos da América na década de 1950.



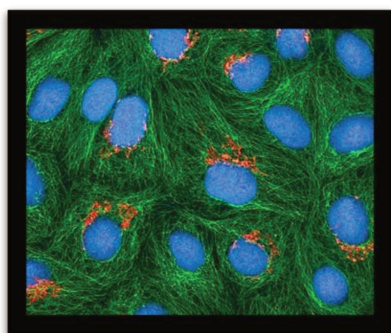
Agrobacterium tumefaciens é uma bactéria do solo, utilizada em experimentos de biologia molecular. Essa bactéria Gram-negativa é o agente etiológico da doença chamada de galha-da-coroa (esse gênero de bactéria causa doença, principalmente, em angiospermas dicotiledôneas), caracterizada pela formação de tumores na coroa (junção entre o caule e a raiz). As células dessa região multiplicam-se descontroladamente devido à transferência de genes da bactéria para estas células.



A reação em cadeia da polimerase (PCR) é uma técnica utilizada na biologia molecular para amplificar cópias de um segmento de DNA gerando milhares de cópias de uma determinada sequência. O PCR é provavelmente a técnica mais utilizada na biologia molecular. Essa técnica é utilizada na pesquisa biomédica para o diagnóstico de doenças infecciosas, na forense criminal e na arqueologia molecular.



As enzimas de restrição cortam a molécula de DNA através do reconhecimento de sequências nucleotídicas específicas. Essas enzimas bacterianas atuam como "tesouras moleculares", reconhecendo sequências de pares de bases específicas em moléculas de DNA e cortando-as nesses pontos. Elas são altamente específicas: cada tipo de enzima reconhece e corta apenas uma determinada sequência de nucleotídeo



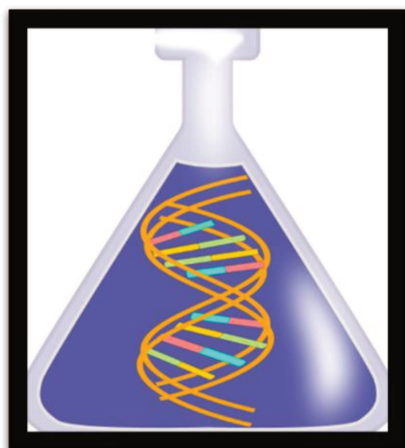
Um fluoróforo é um componente de uma molécula que faz com que esta seja fluorescente. É um grupo funcional da molécula que absorverá energia de um comprimento de onda específica e posteriormente a emitirá em outro determinado comprimento de onda maior (ou seja, com menor energia). A quantidade de energia emitida e seu comprimento de onda dependem tanto do próprio fluoróforo como do ambiente químico no qual está (como o pH, por exemplo).



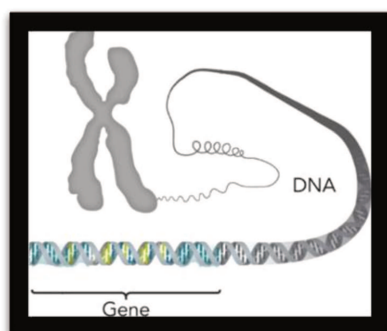
A centrífuga de laboratório é um equipamento utilizado na separação de amostras. O material a ser analisado é colocado em tubos de ensaio. Com a rotação, a parte sólida se separa da parte líquida e seu grande diferencial é a capacidade de separar elementos com precisão e rapidez. A centrífuga para laboratório é um equipamento muito usado em laboratórios de genética, biologia molecular, bioquímica, biologia celular, biotecnologia, química, petroquímica entre outros.



Termociclador um equipamento que automatiza o processo de amplificação de uma sequência específica de DNA a partir de uma pequena amostra. A multiplicação de materiais genéticos foi fundamental para o desenvolvimento de novas pesquisas no campo da biologia molecular. Esse avanço da tecnologia do DNA permitiu o diagnóstico mais rápido e seguro de algumas doenças.



Primers são segmentos de ácidos nucleicos, com 1 a 60 ribonucleotídeos necessários à iniciação da replicação do DNA. As enzimas de síntese de DNA (DNA Polimerase) não são capazes de iniciar a produção de uma nova fita usando apenas o molde de DNA, dessa forma, é aderido a este molde um pequeno segmento de RNA, o chamado primer-iniciador, que foi sintetizado por uma RNA Polimerase (primase). A partir disso, é capaz de disponibilizar uma extremidade 3' livre para que a DNA Polimerase dê continuidade ao processo e, consequentemente, o primer acaba sendo retirado e substituído por DNA.



O gene *egt* do vírus baculovírus codifica uma enzima que permite que o vírus iniba a muda do inseto hospedeiro que está infectando. As larvas infectadas apresentam alimentação consideravelmente reduzida e mortalidade mais precoce.



O espectrofotômetro é um instrumento de análise, amplamente utilizado em laboratórios de pesquisa, capaz de medir e comparar a quantidade de luz (radiação eletromagnética) absorvida, transmitida ou refletida por uma determinada amostra. O resultado da espectrofotometria é dado por um gráfico que é conhecido como espectro e fornece informações de intensidade por comprimento de onda da fonte de luz.



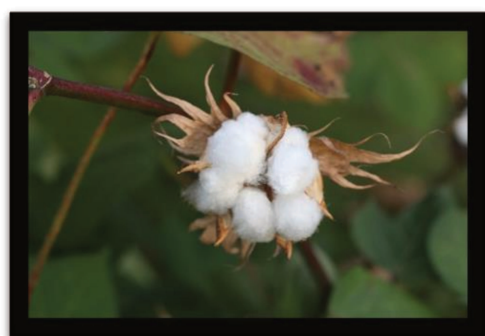
Nocaute de um gene é uma técnica genética que consiste em bloquear a expressão de um gene específico num organismo, substituindo o gene original em seu locus por algum segmento de DNA que impede sua função. Esse método permite que um gene específico seja desligado (nocauteado), que possibilita a observação do que acontece quando um organismo desenvolve-se sem esse gene. Os animais mais utilizados nas pesquisas são camundongos, graças a sua gestação rápida, alta taxa de reprodução e rápida maturação, bem como pela semelhança com o organismo humano.



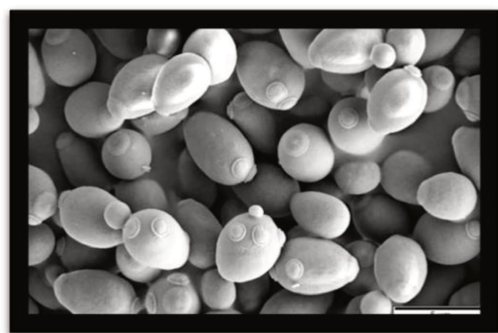
Sonicador é um recipiente de água pelo qual se transmitem as ondas sonoras. A sonicação auxilia no processo de agitação das partículas contidas neste recipiente. Ela pode ser usada para acelerar a dissolução de determinadas substâncias em um solvente, provendo a energia necessária para que uma reação química ocorra. Em outras aplicações biológicas, pode arrebentar ou desativar vários materiais orgânicos.



O milho geneticamente modificado, no qual foram introduzidos genes específicos da bactéria de solo, *Bacillus thuringiensis* (Bt), que promovem na planta a produção de uma proteína tóxica específica para determinados grupos de insetos. Assim, o milho Bt é uma cultivar de milho resistente a determinadas espécies de insetos sensíveis a essa toxina.



O algodão Bt é o algodão que recebeu genes da bactéria de solo *Bacillus thuringiensis*, daí a denominação Bt. Essa bactéria produz proteínas tóxicas a determinados tipos de insetos, principalmente da ordem Lepidoptera. A partir da introdução de um gene da bactéria na planta, ela passa a expressar a proteína inseticida.



O fungo *Pichia pastoris* geneticamente modificado, ao receber a região do gene responsável pela produção do hormônio de crescimento do tambaqui (*Colossoma macropomum*), peixe amazônico de grande interesse econômico, passa a produzir o hormônio do peixe.



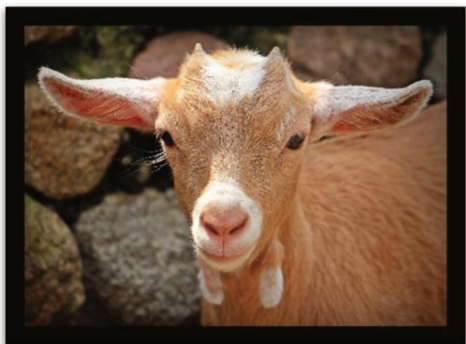
Arroz dourado (*Golden rice*) é uma variedade modificada geneticamente por técnicas moleculares, de modo a torná-la capaz de produzir betacaroteno, um precursor da vitamina A, componente essencial da molécula de rodopsina, encarregada de absorver os raios luminosos que incidem na retina.



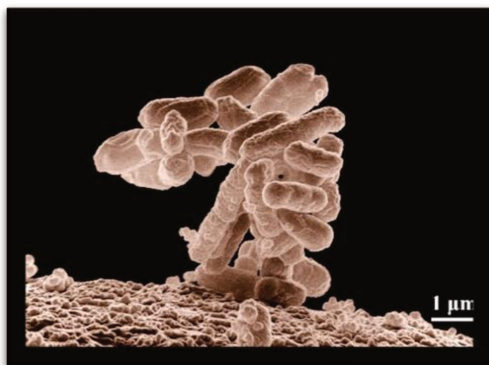
O salmão do Atlântico (*Salmo salar*) geneticamente modificado é o primeiro animal transgênico liberado para consumo humano. Ele cresce duas vezes mais rápido, pois recebeu genes de enguia (*Zoarces americanus*) que aceleram seu crescimento.



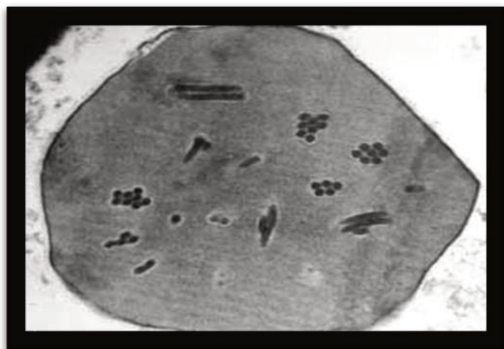
Porco (*Sus scrofa domestica*) sofre alterações genéticas para que seus órgãos possam ser usados em transplantes, ajudando seres humanos que precisam de órgão novos. Para isso é retirado parte da cadeia genética responsável pela produção de enzimas e proteínas que causam rejeição em humanos, tornando assim os órgãos do porco compatíveis com seres humanos.



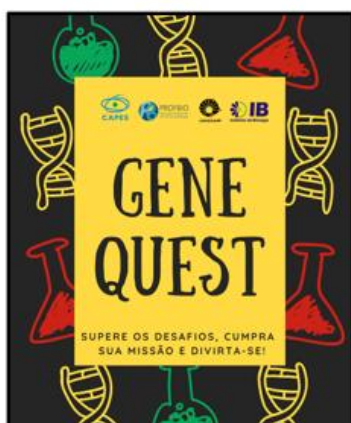
O primeiro caprino transgênico da América Latina produz em seu leite uma proteína, chamada glucocerebrosidase, que atua no processamento de um tipo de gordura celular. Pessoas sem essa proteína tem comprometimento de órgãos como fígado, baço e sistema nervoso central. Um fármaco poderá ser produzido a partir da purificação da proteína do leite destes caprinos transgênicos.



A bactéria *Escherichia coli* foi alterada através de métodos modernos de clonagem e expressão gênica (tecnologia do DNA recombinante). A *E. coli* recebe um plasmídeo contendo gene que codifica a insulina humana. Estas bactérias reproduzem-se em elevadas quantidades e produzem elevado número de proteínas que, após serem extraídas e purificadas, podem ser administradas aos portadores de diabetes.



O *Baculovirus spodoptera* geneticamente modificado pode ser usado como um inseticida biológico com grande eficácia para controle de pragas do milho, soja, sorgo, algodão e hortaliças. Os baculovírus não causam danos à saúde dos aplicadores e não contaminam o meio ambiente. O inseto contaminado pelo baculovírus modificado permanece no estágio larval, não completando seu ciclo de vida.



Podemos afirmar que os seres vivos nunca mudam, ou seja, apresentam sempre as mesmas características.

Verdadeiro

Falso

O DNA está presente nas células:

- a) apenas dos seres humanos.
- b) de todos os seres vivos.**
- c) somente dos animais.
- d) de animais e plantas.

O que significa a sigla DNA?

- a) Ácido Desoxirribonucleico**
- b) Ácido Ribonucleico
- c) Ácido Clorídrico
- d) Ácido Nítrico

Quem propôs o modelo da dupla fita de DNA?

- a) Watson e Mendel
- b) Mendel
- c) Darwin
- d) Watson e Crick**

O DNA tem em sua estrutura 4 bases, quais são?

- a) Adenina, uracila, citosina e guanina
- b) Adenina, timina, citosina e guanina**
- c) Adenina, pontes de hidrogênio, timina e guanina
- d) Pontes de hidrogênio, adenina, uracila, carbono e guanina

Qual é a forma da replicação do DNA?

- a) Conservativa
- b) Semi-conservativa**
- c) Não conservativa
- d) Transcritiva

Frequentemente, no estudo de Genética, encontramos representações gráficas que demonstram as relações de descendência e a ocorrência de alguma característica em uma família. Essa representação recebe o nome de:

- a) Cladograma.
- b) Filogenia.
- c) **Heredograma.**
- d) Hemograma.

Que é fenótipo?

- a) É o conjunto de características decorrentes da ação do ambiente.
- b) Influi no genótipo, transmitindo a este as suas características.
- c) **É o conjunto de características decorrentes da ação do genótipo.**
- d) É o conjunto de características de um indivíduo.

O que é um banco de cDNA?

- a) Banco com somente citosina
- b) **Banco com sequências de DNA obtidas a partir dos RNAs mensageiros expressos de um genoma**
- c) Banco que contém as sequências gênicas de um organismo
- a) Nenhuma das alternativas está correta

Um agricultor que se expunha ao sol, sofreu danos em seu DNA devido a radiações UV, o que resultou em tumores na pele. Caso ele venha a ser pai de uma criança, ela:

- a) Só herdará os tumores se tiver ocorrido dano em um alelo dominante
- b) Só herdará os tumores se tiver ocorrido dano em dois alelos recessivos
- c) Só herdará os tumores se for do sexo masculino
- d) **Não herdará os tumores**

O que é genoma?

- a) Gene para o crescimento
- b) **Conjunto de genes de um organismo**
- c) Conjunto de organelas
- d) Alelo de um gene

Qual foi o primeiro mamífero de grande porte clonado?

- a) Baleia
- b) **Ovelha**
- c) Macaco
- d) Homem

Estudos com gêmeos idênticos mostraram que altura e talentos artísticos podem variar. Podemos dizer que:

- a) a hereditariedade e o ambiente não influenciam a expressão dos fenótipos.
- b) **o ambiente e os genes interagem na expressão das características herdadas.**
- c) o genótipo dos gêmeos depende da dieta e do controle hormonal.
- d) as características altura e talentos artísticos dependem apenas do ambiente.

As células musculares são diferentes das células nervosas porque:

- a) contêm genes diferentes.
- b) possuem maior número de genes.
- c) usam códigos genéticos diferentes.
- d) **expressam genes diferentes.**

Alguns genes só se expressam quando aparecem em homozigose. Esses genes são denominados de:

- a) Dominantes.
- b) Codominantes.
- c) Epistáticos.
- d) **Recessivos.**

Gregor Mendel, considerado o pai da genética clássica, realizou experimentos com ervilhas, por quê:

- a) **ocorre autofecundação.**
- b) a semente apresenta apenas dois cotilédones.
- c) as flores facilitam a fecundação cruzada e assim possibilitam a observação das características.
- d) os grãos de pólen são transferidos entre flores próximas.

Ervilhas geradas por autofecundação é considerada:

- a) Recessiva
- b) Híbrida
- c) **Pura**
- d) Heterozigota

Um segmento de molécula de DNA com informação para determinada característica pode ser chamado de:

- a) **Gene**
- b) DNA
- c) Cromossomo
- d) Núcleo

Qual a definição de fenótipo?

- a) **Características observeis.**
- b) Características não observáveis.
- c) Características internas
- d) Características falsas.

Qual a definição de genótipo?

- a) Características observeis.
- b) **Características não observáveis.**
- c) Características internas
- d) Características falsas.

Substância fundamental que compõe os genes dos organismos, desde as bactérias até o homem.

- a) Cromossomo
- b) Cromatina
- c) **DNA.**
- d) Proteína

Identifique entre as características mencionadas abaixo aquela que não é hereditária.

- a) Cor dos cabelos.
- b) Conformação dos olhos, nariz e boca.
- c) Cor dos olhos.
- d) **Deformidade física accidental.**

Como são obtidos os OGMs?

- a) Apenas por Melhoramento genético
- b) O melhoramento não envolve apenas transgenia, existem métodos através de seleção de caracteres e de cruzamentos dirigidos**
- c) Métodos clássicos, através de seleção de caracteres e de cruzamentos dirigidos não se aplicam.
- d) Nenhuma das alternativas

O cariótipo está relacionado com:

- a) número de cromossomos
- b) forma dos cromossomos
- c) tamanho dos cromossomos
- d) todas alternativas anteriores**

A Genética é responsável pelo estudo da hereditariedade. Considera-se que essa ciência tenha iniciado seu desenvolvimento após experimentos aplicados por um monge chamado:

- a) Darwin.
- b) Lamarck.
- c) Mendel.**
- d) Morgan.

Marque a alternativa que indica corretamente o nome da unidade básica da hereditariedade.

- a) Gene.**
- b) Cromossomo.
- c) Alelos.
- d) RNA.

Melhoramento e Transgenia são técnicas da:

- a) Engenharia de alimentos
- b) Engenharia Genética**
- c) Física
- d) Química

Quais os passos para obtenção de um organismo transgênico?

- a) Clonar, inserir e amplificar o gene
- b) Extrair o DNA, inserir e amplificar o gene
- c) Isolar o gene de interesse, clonar e inserir**
- d) Nenhuma das alternativas está correta

Qual o local da célula em que podemos encontrar o DNA?

- a) Citoplasma
- b) Membrana plasmática
- c) Núcleo**
- d) Ribossomo

A constituição cromossômica de um indivíduo é chamada de:

- a) Genoma.**
- b) Genética.
- c) Cariótipo.
- d) Genótipo.

As células de um indivíduo, para um determinado locus, apresentam o mesmo gene em ambos os cromossomos homólogos. Esse indivíduo é denominado:

- a) hemizigoto
- b) heterozigoto
- c) heterogamético
- d) **homozigoto**

Uma característica genética recessiva presente no cromossomo Y:

- a) poder ser herdada do pai ou da mãe pelos descendentes do sexo masculino e do feminino.
- b) **só poder ser herdada a partir do pai por seus descendentes do sexo masculino.**
- c) só poder ser herdada a partir do pai por seus descendentes do sexo feminino.
- d) só poder ser herdada a partir da mãe por seus descendentes do sexo masculino.

Qual a estrutura presente no núcleo da célula eucarionte onde as informações hereditárias podem ser encontradas?

- a) Citoplasma
- b) **Gene**
- c) Núcleo
- d) Cromossomo

Um único gene pode apresentar diferentes formas alternativa, cada uma destas formas são chamadas de:

- a) Mutante
- b) **Alelo**
- c) Alternativo
- d) Recessivo

Qual o significado do termo heterozigoto?

- a) Heterozigotos são indivíduos que apresentam diferentes alelos.
- b) Heterozigotos são indivíduos que possuem o mesmo alelo em um mesmo locus e em cromossomos homólogos.
- c) Heterozigotos são indivíduos que apresentam alterações cromossômicas em todo o conjunto cromossômico.
- d) **Heterozigotos são indivíduos que apresentam alelos diferentes em um mesmo locus e em cromossomos homólogos.**

Dos conhecimentos abaixo, o único que Mendel possuía quando realizou as experiências que deram origem à genética era:

- a) a existência de cromossomos no núcleo celular
- b) **o processo de reprodução dos vegetais**
- c) a natureza química dos genes
- d) o processo da meiose

O local do cromossomo em que se situa determinado gene pode ser chamado de:

- a) **loco.**
- b) local.
- c) lugar.
- d) fixo.

Sabemos que a variabilidade genética é muito importante para a sobrevivência das espécies, qual dos fatores abaixo pode contribuir para essa variedade?

- a) Herança genética
- b) Mitose
- c) Morte celular
- d) **Mutação**

O que são OGMs?

- a) **Organismos geneticamente modificados.**
- b) Organismos geneticamente mudado.
- c) Organismos geneticamente misturado.
- d) Nenhuma das alternativas está correta

Dê razões para obtenção de OGMs (Organismos Geneticamente Modificados)?

- a) Somente produção de alimento
- b) Produção de vacinas apenas
- c) **Produção de alimentos, ganho de peso, obtenção de proles maiores, produção de vacinas**
- d) Produção de organismos ornamentais

Quando o heterozigoto apresenta um fenótipo intermediário entre os dois homozigotos, dizemos que houve:

- a) mutação reversa
- b) **codominância**
- c) recessividade
- d) dominância

Em suas pesquisas Mendel usou qual destas plantas:

- a) **Ervilha**
- b) Milho
- c) Feijão
- d) Mandioca

A clonagem de um gene permite:

- a) Grande quantidade de RNA, que é importante para a mitocôndria
- b) Grande quantidade de DNA recombinante
- c) **Grande quantidade de produção de proteínas de interesse**
- d) Todas as respostas estão corretas

O que é um organismo transgênico?

- a) **Organismo que possui no seu genoma um gene de um outro organismo**
- b) Organismo que possui no seu genoma um gene recessivo
- c) Organismo que possui genes para transgenia
- d) Nenhuma das alternativas está correta

No lugar da Timina, estou eu a Uracila. Que estrutura ajudo a formar?

- a) DNA
- b) **RNA**
- c) Proteínas
- d) Vírus

Quem é considerado o pai da genética?

- a) **Mendel**
- b) Darwin
- c) Watson
- d) Crick

Podemos dizer que o fenótipo de um indivíduo é dado por suas características:

- a) morfológicas e fisiológicas apenas.
- b) estruturais, funcionais e comportamentais.
- c) **herdáveis e não herdáveis.**
- d) hereditárias

Anexo 4

Quadro de conteúdos e habilidades em Biologia do Currículo do Estado de São Paulo

2a - série do Ensino Médio 2º- bimestre

Conteúdos Transmissão da vida e mecanismos de variabilidade genética – Variabilidade genética e hereditariedade Mecanismos de variabilidade genética

- Reprodução sexuada e processo meiótico; Os fundamentos da hereditariedade
- Características hereditárias congênicas e adquiridas
- Concepções pré-mendelianas e as leis de Mendel
- Teoria cromossômica da herança
- Determinação do sexo e herança ligada ao sexo
- Cariótipo normal e alterações cromossômicas, como Down, Turner e Klinefelter Genética humana e saúde
- Grupos sanguíneos (ABO e Rh) – transfusões e incompatibilidade
- Distúrbios metabólicos – albinismo e fenilcetonúria
- Tecnologias na prevenção de doenças metabólicas
- Transplantes e doenças autoimunes
- Importância e acesso ao aconselhamento genético

Habilidades

- Identificar e diferenciar características genéticas, hereditárias, congênicas e adquiridas
- Identificar os aspectos históricos das concepções sobre hereditariedade à luz da época em que foram propostas
- Elaborar e testar hipóteses sobre composição genética de indivíduos
- Propor e testar hipóteses sobre herança, aplicando as ideias de Mendel
- Interpretar dados apresentados em esquemas, tabelas e gráficos a partir de conhecimentos sistematizados sobre transmissão das características hereditárias
- Prever os resultados de cruzamentos genéticos baseados nas leis de Mendel
- Conceituar gene, alelo, homozigoto, heterozigoto, dominante, recessivo, genótipo e fenótipo
- Identificar e caracterizar os principais eventos que ocorrem na meiose
- Identificar e caracterizar o paralelismo entre o comportamento dos cromossomos na meiose e o dos genes na formação dos gametas
- Construir e analisar heredogramas
- Identificar e caracterizar os mecanismos básicos envolvidos na determinação do sexo dos organismos em geral

- Identificar e caracterizar o mecanismo de transmissão das características ligadas aos cromossomos sexuais

3º- bimestre Conteúdos DNA – A receita da vida e seu código O DNA em ação – estrutura e atuação

- Estrutura química do DNA
- Modelo de duplicação do DNA e história de sua descoberta
- RNA – a tradução da mensagem
- Código genético e fabricação de proteínas

Habilidades

- Reconhecer o DNA como um polímero formado por unidades básicas (os nucleotídeos) repetidas ao longo da molécula
- Reconhecer o significado da repetição de unidades para o papel desempenhado pela molécula do DNA
- Elaborar esquemas explicativos do processo de duplicação do DNA
- Reconhecer o emparelhamento específico entre as bases nitrogenadas que compõem o DNA
- Relacionar a duplicação do DNA com a complementaridade das bases que o compõem
- Relacionar a duplicação do DNA ao processo de divisão celular
- Identificar o papel da enzima DNA polimerase na duplicação do DNA
- Interpretar gráficos e figuras relativos à duplicação do DNA
- Reconhecer as semelhanças e diferenças entre o DNA e o RNA
- Relacionar os diferentes tipos de RNA ao processo de síntese de proteínas
- Descrever o processo de síntese de proteínas por meio de texto ou esquemas explicativos
- Reconhecer a existência de um código genético universal, por meio do qual a sequência de bases do DNA é traduzida em uma sequência de aminoácidos na proteína
- Correlacionar os conceitos mendelianos aos conhecimentos sobre a estrutura e função do DNA

4º- bimestre Conteúdos DNA – Tecnologias de manipulação Tecnologias de manipulação do DNA – Biotecnologia

- Tecnologias de transferência do DNA – enzimas de restrição, vetores e clonagem molecular
- Engenharia genética e produtos geneticamente modificados – alimentos, produtos médico-farmacêuticos, hormônios
- Riscos e benefícios de produtos geneticamente modificados – a legislação brasileira

Habilidades

- Relacionar as técnicas usadas em Biotecnologia aos principais conceitos de Genética e Biologia Molecular
- Reconhecer as aplicações da engenharia genética na medicina, entre elas a terapia gênica

- Reconhecer a importância dos testes de DNA na determinação da paternidade, na investigação criminal e na identificação de indivíduos
- Distinguir o papel dos diferentes tipos de RNA no processo de síntese de proteínas
- Avaliar as razões que explicam as contribuições dos eventos da divisão meiótica para a variabilidade das espécies
- Analisar os argumentos relativos aos riscos e benefícios da utilização de produtos geneticamente modificados disponíveis no mercado

Anexo 5

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

Título da Pesquisa: DNA: da descoberta aos transgênicos, desenvolvimento de sequência didática e jogo educativo com alunos do ensino médio público do Estado de São Paulo

Pesquisador: SIMONE GARCIA SILVA

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 13222619.0.0000.5404

Instituição Proponente: Instituto de Biologia - Unicamp

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.477.143

Apresentação do Projeto:

As informações contidas nos campos "Apresentação do Projeto", "Objetivo da Pesquisa" e "Avaliação dos Riscos e Benefícios" foram obtidas dos documentos apresentados para apreciação ética e das informações inseridas pelo Pesquisador Responsável do estudo na Plataforma Brasil.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário: Aproximar os conteúdos relacionados a transgênicos aos alunos do ensino médio.

Objetivo Secundário: - Desenvolver uma sequência didática que torne o ensino de genética mais interessante; - Criar um produto educacional tendo os conteúdos de genética e a biotecnologia dos organismos geneticamente modificados com base; - Analisar a efetividade do produto educacional no aprendizado de genético e transgênicos.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Não há riscos previsíveis em participar da pesquisa, uma vez que sua metodologia consiste na aplicação de questionário, sequência didática e jogo estratégico de tabuleiro não invasivo.

Benefícios: Desenvolver uma metodologia de ensino e aprendizagem alternativos, com a utilização de jogo estratégico, enfatizando a assimilação e associação de conhecimentos desenvolvidos a partir de uma sequência didática, sendo assim como benefício secundário teremos uma melhora na aprendizagem dos estudantes.

Continuação do Parecer: 3.477.143

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Trata-se de projeto de pesquisa de mestrado profissional em ensino de biologia do instituto de biologia da UNICAMP, a ser desenvolvido pela aluna Simone Garcia Lima, sob orientação do prof. Marcelo Menossi Teixeira. Tem como objetivo aproximar o conteúdo educacional sobre transgênicos dos alunos de ensino médio da Escola Estadual Dona Elvira Santos de Oliveira, Itapira-SP a partir do desenvolvimento de sequencia didática e produto educacional. O material será aplicado a 25 alunos do ensino médio da referida escola.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Foram apresentados todos os termos obrigatórios. Foram apreciados os seguintes documentos:

1 - Folha de rosto: foi apresentado o documento "Simone_Doc0001.pdf" devidamente preenchido, datado e assinado. Adequado

2 - Projeto de pesquisa: foram apresentados os documentos "PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1325829.pdf" e "TCM_Simone_Garcia_Silva.pdf". Adequado

3 - Orçamento: informações apresentadas no documento "PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1325829.pdf". Adequado
4 - Cronograma: apreciado no documento "PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1325829.pdf". Adequado.

5 - TCLE: apresentados os documentos "TALE.docx" e "TCLE.docx". Adequado

6 - Outros documentos que acompanham o protocolo: "carta_resposta_parecer.docx" resposta às pendências da versão anterior); "Vinculo_Simone_Garcia_Silva.pdf" (comprovante de vínculo com a UNICAMP.

- Autorizacao_para_coleta_de_dados.jpg 02/07/2019 : adequada.

Considerações Finais a critério do CEP:

- O participante da pesquisa deve receber uma via do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, na íntegra, por ele assinado (quando aplicável).

- O participante da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado (quando aplicável).

O pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado. Se o pesquisador considerar a descontinuação do estudo, esta deve ser justificada e somente ser realizada após análise das razões da descontinuidade pelo CEP que o aprovou. O pesquisador deve aguardar o parecer do CEP quanto à descontinuação, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao participante ou quando constatar a superioridade de uma estratégia diagnóstica ou terapêutica oferecida a um dos grupos da pesquisa, isto é, somente em caso de necessidade de ação imediata com intuito de proteger os

- Continuação do Parecer: 3.477.143
participantes.

- O CEP deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo. É papel do pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e enviar notificação ao CEP e à Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA – junto com seu posicionamento.

- Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas e aguardando a aprovação do CEP para continuidade da pesquisa.

- Em caso de projetos do Grupo I ou II apresentados anteriormente à ANVISA, o pesquisador ou patrocinador deve enviá-las também à mesma, junto com o parecer aprovatório do CEP, para serem juntadas ao protocolo inicial.

- Relatórios parciais semestrais e final devem ser apresentados ao CEP, inicialmente seis meses após a data deste parecer de aprovação e ao término do estudo.

- Lembramos que segundo a Resolução 466/2012, item XI.2 letra e, “cabe ao pesquisador apresentar dados solicitados pelo CEP ou pela CONEP a qualquer momento”.

- O pesquisador deve manter os dados da pesquisa em arquivo, físico ou digital, sob sua guarda e responsabilidade, por um período de 5 anos após o término da pesquisa.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMACOES_BASICAS_DO_PROJETO_1325829.pdf	02/07/2019 13:18:54		Aceito
Outros	carta_resposta_parecer.docx	02/07/2019 13:16:03	SIMONE GARCIA SILVA	Aceito
Outros	Autorizacao_para_coleta_de_dados.jpg	02/07/2019 13:06:43	SIMONE GARCIA SILVA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALE.docx	01/07/2019 19:56:06	SIMONE GARCIA SILVA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.docx	01/07/2019 19:55:14	SIMONE GARCIA SILVA	Aceito
Outros	Vinculo_Simone_Garcia_Silva.pdf	02/05/2019 09:21:29	SIMONE GARCIA SILVA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	TCM_Simone_Garcia_Silva.pdf	02/05/2019 09:19:24	SIMONE GARCIA SILVA	Aceito
Folha de Rosto	Simone_Doc0001.pdf	02/05/2019 09:15:54	SIMONE GARCIA SILVA	Aceito

Continuação do Parecer: 3.477.143

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

CAMPINAS, 30 de Julho de 2019

Assinado por:

Maria Fernanda Ribeiro Bittar
(Coordenador(a))

Anexo 6

Declaração

As cópias de artigos de minha autoria ou de minha co-autoria, já publicados ou submetidos para publicação em revistas científicas ou anais de congressos sujeitos a arbitragem, que constam da minha Dissertação/Tese de Mestrado/Doutorado, intitulada **DNA: DA DESCOBERTA AOS TRANSGÊNICOS Desenvolvimento de sequência didática e jogo educativo para alunos do ensino médio público do Estado de São Paulo**, não infringem os dispositivos da Lei n.º 9.610/98, nem o direito autoral de qualquer editora.

Campinas, 21/12/2020

Assinatura : _____



Nome do(a) autor(a): **Simone Garcia Silva**

RG n.º 343839404

Assinatura : _____



Nome do(a) orientador(a): **Marcelo Menossi**

RG n.º 4231026-3

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE)

Você está sendo convidado a participar da pesquisa: DNA: da descoberta aos transgênicos, desenvolvimento de sequência didática e jogo educativo com alunos do ensino médio público do Estado de São Paulo, coordenada pela professora pesquisadora Simone Garcia Silva, contatos: telefones (19) 993739453/ (19) 38131294, e-mail: simgsil@gmail.com.

Queremos saber se a sequência didática e o jogo que serão aplicados irão ajudá-lo a compreender melhor e de forma mais fácil os conceitos sobre genética, DNA e organismos geneticamente modificados.

Você só participará da pesquisa se quiser, é um direito seu e não terá nenhum problema caso desistir. Os alunos que participarão desta pesquisa têm entre 16 e 18 anos de idade e estão cursando o segundo ano do ensino médio.

A pesquisa será realizada na E. E. Dona Elvira Santos de Oliveira, no período de aula, onde você irá responder a um questionário de forma anônima antes da aplicação de uma sequência didática e de um jogo didático e após a aplicação. Não se preocupe, pois esses questionários não servirão para avaliá-lo individualmente, o objetivo será o de avaliar os instrumentos usados para o ensino/aprendizagem verificando se eles ajudaram ou não na sua aprendizagem. Durante as aulas de biologia você receberá diferentes situações problema que terão a temática da genética, DNA e organismos geneticamente modificados, após 20 minutos para leitura e resolução da questão proposta a professora irá socializar as respostas. Após todas as situações problema serem resolvidas a professora aplicará um jogo de tabuleiro, com a mesma temática com o objetivo de fixar os conteúdos. Este jogo contém cartas com perguntas e alternativas, um dado e um objetivo que será formar um organismo geneticamente modificado. O ganhador é o jogador que formar seu organismo primeiro. O jogo é considerado seguro, mas é possível ocorrer de você se sentir chateado caso não consiga completá-lo, mas estará tudo bem se isso acontecer, isso não irá te prejudicar. Caso aconteça algo errado, você pode me procurar pessoalmente ou pelos contatos que tem no começo do texto. Mas existem inúmeros benefícios que podem acontecer como aprender de forma divertida os conceitos de genética, estimular a sua curiosidade e o trabalho em equipe.

Caso você não queira ou desista de participar da pesquisa você irá realizar, junto com os demais colegas que também não quiseram participar da pesquisa uma atividade de pesquisa sobre genética, você receberá o roteiro da atividade com o que deverá ser pesquisado e como deverá dispor essas informações, e com o auxílio do livro didático realizará a atividade, com o objetivo de que todos, independente da estratégia didática a ser utilizada, entrará em contato com o tema proposto, visto que os mesmos fazem parte do plano de aula.

Será garantida que sua identidade ficará em sigilo e nenhuma informação será dada a outras pessoas que não façam parte da equipe de pesquisadores e que na divulgação dos resultados desse estudo, seu nome não será citado. Você terá acesso aos resultados da pesquisa sempre que solicitado, esses resultados também serão divulgados para a escola onde foram coletados os dados. O projeto e seus respectivos resultados serão encaminhados para publicação e divulgação no Repositório da Unicamp.

Seu responsável legal receberá um documento para autorização e sua participação somente será efetivada se esta autorização for concedida.

CONSENTIMENTO PÓS INFORMADO

Eu _____ aceito participar da pesquisa - DNA: da descoberta aos transgênicos, desenvolvimento de sequência didática e jogo educativo com alunos do ensino médio público do Estado de São Paulo.

Entendi as coisas ruins e as coisas boas que podem acontecer. Entendi que posso dizer “sim” e participar, mas que, a qualquer momento, posso dizer “não” e desistir, e que não serei prejudicado por ter desistido.

A pesquisadora tirou minhas dúvidas e orientou meus responsáveis. Recebi uma cópia deste termo de assentimento e li, e concordo em participar da pesquisa.

Itapira, ____ de _____ de _____.

Assinatura do menor

Assinatura do pesquisador

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

DNA: da descoberta aos transgênicos, desenvolvimento de sequência didática e jogo educativo com alunos do ensino médio público do Estado de São Paulo

Simone Garcia Silva

Número do CAAE: 13222619.0.0000.5404

Seu filho está sendo convidado a participar de uma pesquisa. Este documento, chamado Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, visa assegurar os direitos como participante da pesquisa e é elaborado em duas vias, assinadas e rubricadas pelo pesquisador e pelo responsável legal, sendo que uma via deverá ficar com você e outra com o pesquisador.

Por favor, leia com atenção e calma, aproveitando para esclarecer suas dúvidas. Se houver perguntas antes ou mesmo depois de assiná-lo, você poderá esclarecê-las com o pesquisador. Se preferir, pode levar este Termo para casa e consultar seus familiares ou outras pessoas antes de decidir que seu filho irá participar. Não haverá nenhum tipo de penalização ou prejuízo se seu filho não aceitar participar ou se a sua autorização, em qualquer momento, for retirada. Nestes casos o aluno irá realizar atividades de pesquisa sobre os temas estudados, as quais contarão com um roteiro da atividade com o que deverá ser pesquisado, e com o auxílio do livro didático realizará a atividade, com o objetivo de que todos, independente da estratégia didática a ser utilizada, entrem em contato com o tema proposto, visto que os mesmos fazem parte do plano de aula.

Justificativa e objetivos:

Nossas escolhas dependem das vivências e relações interpessoais, tais decisões têm impacto na vida pessoal tanto quanto na sociedade. Portanto, decisões éticas são fundamentais para o convívio em sociedade. Cabe a escola gerar momentos de vivência que proporcione ao estudante possibilidades de escolhas éticas baseadas no conhecimento adquirido. Os documentos orientadores federais preconizam que o ensino de Ciências da Natureza e suas tecnologias deve capacitar o aluno a interpretar situações reais com bases nas competências, habilidades e conhecimentos adquiridos na escola, possibilitando a tomada de decisão. Os impactos sociais de biotecnologias, a compreensão de processos biológicos bem como a história do desenvolvimento da ciência são alvo do ensino de biologia. A genética é o campo da biologia que estuda a estrutura, a transmissão e a aplicação das informações baseadas no DNA. Sendo assim, cabe ao professor de biologia proporcionar ao aluno a possibilidade de relacionar os conceitos de genética adquiridos com sua vida cotidiana. Contudo, há dificuldades nessa prática, devido a desatualização dos docentes, do material didático e da superficialidade na abordagem do conteúdo de genética. Uma maneira para superar esses obstáculos é o desenvolvimento de atividades diferenciadas, tais como sequência didática, o desenvolvimento de situações problema e jogos didáticos.

Objetivos: Neste trabalho, desenvolveremos uma sequência didática com o objetivo de aproximar da realidade dos alunos, os conceitos de biotecnologia e transgênicos. Para isso, desenvolveremos situações problemas e jogos estratégicos, utilizando os elementos obrigatórios para o ensino de genética segundo a matriz de avaliação processual da Secretaria da Educação do Estado de São Paulo e as habilidades propostas pelos PCNEM. Todas as atividades serão realizadas no período regular da disciplina de biologia.

Procedimentos: Participando do estudo seu filho está sendo convidado a: participar das aulas programadas a partir da sequência didática pré-estabelecida, jogar um jogo de tabuleiro que aborda os temas DNA, genética e OGM e responder a um questionário antes e após o desenvolvimento da sequência didática e do jogo. O questionário com perguntas fechadas não será identificado, os alunos preencherão de forma anônima.

Desconfortos e riscos: Você não deve participar deste estudo se não se sentir confortável em responder os questionários de forma anônima e cumprir as regras do jogo didático que será aplicado em sala de aula. A pesquisa não apresenta riscos previsíveis ao participante, caso sinta algum desconforto no decorrer da pesquisa você poderá interromper sua participação a qualquer momento, sem prejuízo a sua pessoa.

Benefícios: Seu filho será beneficiado diretamente, pois participará de aulas com uma metodologia diferenciada e de um jogo didático de tabuleiro que irá complementar seus estudos, auxiliando de forma lúdica na compreensão de conceitos sobre DNA, genética e OGM, estimulando a curiosidade e o protagonismo na construção do conhecimento, tornando o processo de ensino e aprendizagem mais ativos, valorizando os conhecimentos prévios que em conjunto traçarão a melhor estratégia para alcançar um objetivo comum a todos os jogadores participantes. De maneira indireta a realização e aplicação da pesquisa fornecerá informações sobre a efetividade da utilização de sequências didáticas e jogos na melhoria do aprendizado dos alunos, colaborando para o aumento da qualidade do ensino público.

Acompanhamento e assistência: Seu filho tem o direito à assistência integral e gratuita devido a danos diretos e indiretos, imediatos e tardios, pelo tempo que for necessário. Através de acompanhamento pedagógico e encaminhamento para as áreas de intervenção necessárias no setor público de saúde. Você terá direito ao acesso aos resultados da pesquisa sempre que solicitado. Seu filho poderá ser descontinuado da pesquisa caso o pesquisador perceba que você não está confortável em participar ou caso você informe que não quer mais que ele participe da pesquisa.

Sigilo e privacidade: Seu filho tem a garantia de que sua identidade será mantida em sigilo e nenhuma informação será dada a outras pessoas que não façam parte da equipe de pesquisadores. Na divulgação dos resultados desse estudo, o nome de seu filho não será citado.

Ressarcimento e indenização: O estudo será feito durante a rotina escolar do participante da pesquisa, não será necessário o comparecimento fora do horário, porém caso o participante tenha gastos para participar da pesquisa fora da sua rotina, ele será ressarcido integralmente de suas despesas. Você terá a garantia ao direito à indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa.

Contato: Em caso de dúvidas sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato com a pesquisadora Simone Garcia Silva. Endereço: Praça Mogi Mirim S/n, Itapira-SP, telefone: (19) 993739453, e-mail: simgsil@gmail.com.

Em caso de denúncias ou reclamações sobre sua participação e sobre questões éticas do estudo, você poderá entrar em contato com a secretaria do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UNICAMP das 08:00hs às 11:30hs e das 13:00hs às 17:30hs na Rua: Tessália Vieira de Camargo, 126; CEP 13083-887 Campinas – SP; telefone (19) 3521-8936 ou (19) 3521-7187; e-mail: cep@fcm.unicamp.br.

O Comitê de Ética em Pesquisa (CEP): O papel do CEP é avaliar e acompanhar os aspectos éticos de todas as pesquisas envolvendo seres humanos. A Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), tem por objetivo desenvolver a regulamentação sobre proteção dos seres humanos envolvidos nas pesquisas. Desempenha um papel coordenador da rede de Comitês de Ética em Pesquisa (CEPs) das instituições, além de assumir a função de órgão consultor na área de ética em pesquisas

Consentimento livre e esclarecido: Após ter recebido esclarecimentos sobre a natureza da pesquisa, seus objetivos, métodos, benefícios previstos, potenciais riscos e o incômodo que esta possa acarretar, aceite participar:

Nome do (a) participante da pesquisa:

Nome do (a) responsável legal do participante da pesquisa: _____

(Assinatura RESPONSÁVEL LEGAL)

Data: ____/____/____.

Responsabilidade do Pesquisador: Asseguro ter cumprido as exigências da resolução 466/2012 CNS/MS e complementares na elaboração do protocolo e na obtenção deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Asseguro, também, ter explicado e fornecido uma via deste documento ao participante da

pesquisa. Informo que o estudo foi aprovado pelo CEP perante o qual o projeto foi apresentado e pela CONEP, quando pertinente. Comprometo-me a utilizar o material e os dados obtidos nesta pesquisa exclusivamente para as finalidades previstas neste documento ou conforme o consentimento dado pelo participante da pesquisa.

(Assinatura do pesquisador)

Data: ____/____/____.