



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE BIOLOGIA**

CIBELE RAMOS ROCHA

**INVESTIGAÇÃO CRIMINAL – SEQUÊNCIA DIDÁTICA E JOGO DE
ESTRATÉGIA COLABORATIVA QUE DESENVOLVEM CONHECIMENTOS EM
BIOTECNOLOGIA**

CAMPINAS

2022

CIBELE RAMOS ROCHA

**INVESTIGAÇÃO CRIMINAL – SEQUÊNCIA DIDÁTICA E JOGO DE
ESTRATÉGIA COLABORATIVA QUE DESENVOLVEM CONHECIMENTOS EM
BIOTECNOLOGIA**

*Trabalho de Conclusão de Mestrado – TCM
apresentado ao Mestrado Profissional em
Ensino de Biologia em Rede Nacional -
PROFBIO, do Instituto de Ciências
Biológicas, da Universidade de Campinas,
para obtenção do título de Mestre em Ensino
de Biologia, na área de Ensino de Biologia.*

Orientadora: DR.^a ANETE PEREIRA DE SOUZA

ESTE ARQUIVO DIGITAL CORRESPONDE À
VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO DEFENDIDA
PELA ALUNA CIBELE RAMOS ROCHA E
ORIENTADA PELA DR.^a ANETE PEREIRA DE
SOUZA.

CAMPINAS

2022

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

R582i Rocha, Cibeles Ramos, 1979-
Investigação criminal - sequência didática e jogo de estratégia colaborativa que desenvolvem conhecimentos em biotecnologia / Cibeles Ramos Rocha. – Campinas, SP : [s.n.], 2022.

Orientador: Anete Pereira de Souza.
Dissertação (mestrado profissional) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia.

1. Biotecnologia. 2. Investigação criminal. 3. Jogos educativos. 4. Sequência didática. I. Souza, Anete Pereira de, 1962-. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Biologia. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Criminal investigation - didactic sequence and collaborative strategy game that develop knowledge in biotechnology

Palavras-chave em inglês:

Biotechnology

Criminal investigation

Educational games

Didactic sequence

Área de concentração: Ensino de Biologia

Titulação: Mestra em Ensino de Biologia

Banca examinadora:

Anete Pereira de Souza [Orientador]

Cristina Pontes Vicente

Luciana Lasry Benchimol Reis

Data de defesa: 31-08-2022

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

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

- ORCID do autor: <https://orcid.org/0000-0002-5512-7899>

- Currículo Lattes do autor: <http://lattes.cnpq.br/9189743270333391>

Campinas, 31 de agosto de 2022.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Anete Pereira de Souza

Prof.^a Dr.^a Cristina Pontes Vicente

Prof.^a Dr.^a Luciana Lasry Benchimol Reis

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

A Ata da defesa com as respectivas assinaturas dos membros encontra-se no SIGA/Sistema de Fluxo de Dissertação/Tese e na Secretaria do Programa Mestrado Profissional em Ensino de Biologia da Unidade Universidade Estadual de Campinas.

*Ao meu pilar, minha força, minha mãe,
Aparecida, que infelizmente não está
presente para prestigiar a realização
deste sonho.*

AGRADECIMENTOS

À minha família e meus amigos, que estiveram ao meu lado durante toda minha trajetória, minhas lutas e minhas conquistas. Em especial agradeço a minha mãe, que comemorou comigo no início do sonho e infelizmente não pôde ver sua concretização neste plano. Agradeço, também, a minha irmã, Keli de Araujo Rocha, e minha grande amiga, Mariana Alves dos Santos, que estiveram presentes em cada dificuldade e sempre foram meu maior exemplo de força, determinação e coragem tanto na condução de sua vida pessoal como acadêmica.

À minha orientadora Dra. Anete Pereira de Souza por aceitar o desafio de realizar esse trabalho comigo. Pelas conversas, orientações, paciência, compreensão e por essa parceria maravilhosa que tivemos.

Ao professor Claudio Chrysostomo Werneck e a toda a equipe docente do ProfBio na Unicamp, que sempre estiveram dispostos em auxiliar a cada momento, com conhecimento e suporte constante em todas as etapas desse mestrado profissional e como apoio irrestrito nesses dois anos de pandemia pelo qual passamos durante todo o percurso.

À Comissão Nacional e todos os alunos e docentes das diversas unidades deste projeto incrível que é o ProfBio, que ele não se finde e que muitos professores de Biologia de todo o Brasil possa ter a oportunidade de realizar este Mestrado Profissional. Agradeço em especial a Professora Dra. Cleida Aparecida de Oliveira, coordenadora geral do ProfBio, por toda sua paciência, compreensão e apoio em minha incumbência como Representante Discente Nacional, bem como minha colega e vice representante, Aline Assumpção Ribeiro, da UERJ, pelas conversas formais e informais, reuniões e decisões difíceis que tivemos a oportunidade de vivenciar, além da troca de aprendizagens e experiências que foram tão fundamentais para o desenvolvimento deste Trabalho de Conclusão de Mestrado.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

A todos os meus estudantes, que já tive o prazer de transmitir rum pouquinho do meu conhecimento e aprendi muito com cada um deles. Esses discentes maravilhosos que já lecionei são o principal motivo da minha criação e do meu produto final.

Aos meus amigos do curso. Aline F. Pereira, Anderson D. Arsentales, Carlos E. C. Penido, Daniel S. Lourenço, Danilo B. Maciel, Davi K. Inoue, Diego D. N. Cherubine, Eric A. Cava, Glaucio V. H. Adiego, Leandro N. Yoshizaki, Lucas A. Moreira, Marcelo S. Speratti, Marcos J. de Miranda, Mileni N. de Souza, Roberta A. M. V. Velota, Rosangela A. M. Inoue e

Zuleika C. G. de Almeida, por cada dia, noite, fim de semana, feriado e até férias, que passamos juntos, estudando ou não, apoiando-se uns nos outros, auxiliando-nos e não soltando a mão de ninguém. Essa é uma nova família que recebi para a vida toda.

RESUMO

A Biotecnologia é uma das áreas da Biologia que mais instigam o imaginário dos alunos. Justamente por ser uma área promissora, ela cresceu e se desenvolveu com grande velocidade, o que nos fez repensar na importância de se tratar esse assunto em sala de aula. Por isso, faz-se necessário criar formas diversificadas de ensinar, pois o ensino de Ciências é importante não somente para que as pessoas tenham acesso ao conhecimento científico e tecnológico, mas também que desenvolvam interesse por buscar cada vez mais esses conhecimentos.

Com o intuito de realizar uma atividade diferenciada, este trabalho criou uma sequência didática e um jogo de estratégia investigativa com conteúdo relacionado ao estudo de Biotecnologia, permitindo aos alunos do Ensino Médio conhecer e compreender um pouco mais sobre os conteúdos ministrados em Biologia, mais precisamente Biotecnologia.

Devido à quarentena imposta pelo Covid-19 no decorrer dos anos 2020 e 2021, que levou à diminuição acentuada dos alunos nas escolas públicas, impossibilitando a aplicação das atividades propostas no presente trabalho de conclusão de mestrado em tempo viável para sua finalização. Contudo, foi possível realizar uma análise minuciosa de suas formas de aplicação e uma revisão aprofundada da aplicação. Após a conclusão, em momento oportuno, seria pertinente o desenvolvimento deste trabalho para verificação posterior de suas potencialidades na apresentação dos conteúdos propostos, bem como análise da atividade em si.

Ao fim do projeto, foi possível obter dois produtos finais: uma sequência didática sobre o uso da Biotecnologia em Investigações Criminais e um jogo de estratégia com a resolução prática de um crime fictício, contando com um manual de instruções em formato de vídeo explicativo. Essas atividades poderão ser realizadas em diferentes turmas de Ensino Médio de acordo com os conteúdos estudados em cada série, seguindo as novas instruções da Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

Palavras-chave: Biotecnologia, investigação, jogo de estratégia

ABSTRACT

Biotechnology is one of the areas of Biology that most instigate the imagination of students. Precisely because it is a promising area, it grew and developed with great speed, which made us rethink the importance of dealing with this subject in the classroom. Therefore, it is necessary to create diversified ways of teaching, since the teaching of Science is important not only for people to have access to scientific and technological knowledge but also for them to develop an interest in seeking more and more of this knowledge.

In order to carry out a differentiated activity, this project aims to create a didactic sequence and an investigative strategy game with content related to the study of Biotechnology, allowing high school students to know and understand a little more about the content taught in Biology, more precisely Biotechnology.

Due to the quarantine imposed by Covid-19 during the years 2020 and 2021, which led to a sharp decrease in the number of students in public schools, making it impossible to apply the activities proposed in this Master's thesis in a viable time for its completion. However, it was possible to carry out a thorough analysis of its forms of application and an in-depth review of the application. After completion, in due course, the development of this work would be pertinent for further verification of its potential in the presentation of the proposed contents, as well as analysis of the activity itself

At the end of the project, it was possible to obtain two final products: a didactic sequence on the use of Biotechnology in Criminal Investigations and a strategy game with the practical resolution of a fictional crime, with an instruction manual in explanatory video format. These activities can be carried out in different high school classes according to the contents studied in each series, following the new instructions of the National Common Curricular Base (BNCC).

Keywords: Biotechnology, investigation, strategy game

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
1. OBJETIVOS	15
1.1. Objetivo Geral	15
1.2. Objetivos Específicos.....	15
2. METODOLOGIA	16
2.1. Materiais utilizados	18
2.2. Sequência Didática: Como a Biotecnologia pode ajudar a desvendar crimes	19
1º Encontro (2 aulas)	19
2º encontro (2 aulas):.....	21
2.3. O Jogo: Quem matou Amelia Stoneheart?	23
3º encontro: (2 aulas).....	23
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES	26
3.1. Sequência Didática e adaptações.....	27
3.2. Disponibilidade de aplicação do jogo.....	27
3.3. Compreendendo o espaço escolar	28
3.4. A preparação para o jogo	29
3.5. A aplicação do jogo.....	30
3.6. Possíveis consequências da aplicação do jogo	34
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	34
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38
6. ANEXOS	42
6.1. Declaração de direitos autorais	42
6.2. Declaração de direitos autorais	43
6.3. Produtos – Sequência Didática e Jogo de Estratégia.....	44

INTRODUÇÃO

Ser curioso é algo muito natural a todas as pessoas. Faz parte do desenvolvimento humano questionar e duvidar. A observação da natureza nos permite a busca pela descoberta de seus significados e suas ações, nos faz querer entender de onde as coisas vêm e para que elas servem. Essa busca pelo conhecimento e por compreensão faz parte do ser, nos é intrínseco. Porém, segundo Bachelard (1996, p. 17). Nem sempre é tão simples apenas observar e tentar compreender, mas saber perguntar as perguntas certas.

Para tanto, é de suma importância que as crianças saibam que a ciência se faz com dados, mas para que ela se desenvolva, é necessário que haja interesse por parte das pessoas. Ser cientista, buscar o conhecimento, faz com que não tenhamos opiniões sobre os assuntos, mas sim que aprendamos a formular questões. O cientista é o grande “perguntador”. Afinal, segundo Bachelard (1996, p. 18), “para o espírito científico, todo conhecimento é resposta a uma pergunta. Se não há pergunta, não pode haver conhecimento científico. Nada é evidente. Nada é gratuito. Tudo é construído”.

Reconhecendo a importância dos estudos científicos, nos anos 2000, surgiu os novos Parâmetros Curriculares para o Ensino Médio, que, dentre todas suas observações sobre o ensino básico, de forma geral, diz que “a aprendizagem na área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias indica a compreensão e a utilização dos conhecimentos científicos, para explicar o funcionamento do mundo, bem como planejar, executar e avaliar as ações de intervenção na realidade” (PCN, 2000, p. 20).

A Biotecnologia é uma das áreas da Biologia que mais instigam o imaginário dos alunos, muitas vezes pela crença em filmes e animações de “sci-fi”, com a criação de seres inimagináveis através da ciência. A realidade pode não estar tão distante desse sonho, afinal se trata de uma área promissora, com fortes indícios de crescimento e desenvolvimento. Porém, como já citado, a ciência se faz com perguntas e verifica o que é importante e relevante a ser estudado, o que muitas vezes não condiz com aquilo que vemos na ficção científica.

Segundo Pedrancini et al. (2007, p. 300), “temas polêmicos relacionados à pesquisa genômica, clonagem de órgãos e organismos, emprego de células-tronco e, especialmente, à produção e utilização de organismos transgênicos passam a ser discutidos dentro e fora da escola”. Cabe aos docentes realizar uma reflexão junto aos alunos, criando referências para construção de opinião sobre os benefícios, riscos e implicações éticas, morais e sociais provenientes das biotecnologias geradas dessas pesquisas. De acordo com Alves e Costa (2020, p. 2), tendo em vista que a Biotecnologia é uma ciência multidisciplinar, e “com enorme poder

de impacto inerente às possibilidades de aplicação do conhecimento sobre os mecanismos que controlam a vida”, é necessário que todos tenham um entendimento muito claro sobre a biotecnologia e a manipulação da vida em benefício aos seres humanos. Por isso há uma necessidade da abordagem desse tema na Base Curricular Comum, afinal, somente assim o público em geral, alunos e alunas e os docentes da área saberão e “poderão fazer uso consciente dos produtos e serviços obtidos com a aplicação desse conhecimento”.

Justamente por ser uma área promissora, a Biotecnologia cresceu e se desenvolveu com grande velocidade, o que nos fez repensar na importância de se tratar esse assunto em sala de aula. Devido a isso, é de suma importância compreender, não somente as técnicas e processos biotecnológicos, mas, segundo Alves e Costa (2020, p. 3), “sobre como vem ocorrendo o ensino de Biotecnologia, pois é a partir dos valores construídos com a ajuda da educação que são estabelecidas as bases das relações entre os indivíduos, e desses com os recursos naturais”.

O rápido crescimento do conhecimento de biotecnologia durante as décadas passadas tornou necessário repensar os conteúdos do currículo escolar e provocou uma consideração sobre a questão ética e social, relacionada ao uso de aplicações biotecnológicas. A provável insegurança quanto à utilização de produtos biotecnológicos ocorre pela alta velocidade com que as pesquisas acontecem e pela atenção da mídia sobre o assunto (...). Tais questões suscitam dilemas também entre professores e alunos que precisam estar capacitados a discutir e explorar os conteúdos que envolvem o tema. (KLEIN, 2011, p. 26)

Trazendo o ensino de Ciências da Natureza para um contexto mais atual, a Nova Base Nacional Curricular Comum (BNCC) discorre sobre a área de Ciências da Natureza e sua necessária contribuição para a construção de base sólida e contextualizada de conhecimento, permitindo que o aluno seja capaz de realizar julgamentos, criar argumentos e propor alternativas para a realidade, fazendo e sabendo fazer uso criterioso de tecnologias. É necessário o desenvolvimento de práticas educativas, juntamente a outras áreas do conhecimento, que realize discussões críticas sobre as implicações éticas, socioculturais, políticas e econômicas relacionadas aos temas de ciências da natureza (BRASIL, 2018).

Diante disso, percebe-se que há uma necessidade real de criar e fortalecer novas formas de ensinar, afinal, segundo a Unesco (2005) o ensino de Ciências é importante não somente para que as pessoas tenham acesso ao conhecimento científico e tecnológico, mas também para que tenham interesse por buscar esses conhecimentos. Conhecer ciência se tornou essencial para a formação do indivíduo e sua integração na sociedade. Negligenciar a alfabetização científica só pode agravar a desigualdade social e tecnológica no país. Há uma crescente necessidade de investir na construção de uma população cientificamente preparada.

Ao apresentar como objetivo geral do ensino de Ciências a alfabetização científica, não basta apenas propiciar acesso ao fenômeno e mostrá-lo aos alunos. É necessário que haja uma introdução na forma como esses modelos são construídos e no modo particular de representar o mundo típico da Ciência (SCARPA e SILVA, 2019, p. 132).

Mas, para que tenhamos um ensino com uma proposta de “enculturação científica”, é necessário que haja uma mudança na relação professor-aluno, pois não é possível “fazer ciência” e “compreender ciência” apenas passando conteúdos na lousa com uma aula completamente expositiva. Segundo Carvalho e Sasseron (2015), o aluno deve ser reconhecido com ser pensante, participativo e intelectualmente ativo, tendo liberdade de refletir e argumentar sobre o aprendizado, construindo assim, seu próprio conhecimento.

Para tanto, é importante a aplicação de formas de ensino investigativo, afinal, o ensino de Ciências por investigação, por apresentar os conteúdos que fazem uso de problemas os quais os alunos são chamados para resolver de forma ativa, é um caminho bastante interessante em que o docente consegue desenvolver em sua prática um conteúdo mais próximo e atrativo ao discente, trazendo-o a um universo cognitivo que não só interessa ao aluno, mas também ao “ser” cientista, que constrói pensamentos e soluções antes mesmo de conhecê-las na prática (BRITO e FIREMAN, 2018).

Porém, deve-se deixar claro que o aluno é apenas um estudante e não se comportará como um cientista, afinal não tem idade e nem conhecimento específico para tanto. A proposta do Ensino por Investigação é muito mais simples. Apenas deve-se proporcionar ao aluno um ambiente curioso, de investigação, de tal forma que o aluno possa ser conduzido a compreender o processo do trabalho científico e que adquira conhecimentos científicos e aprenda a fazer uso de linguagem científica. É necessário criar um ambiente propício para aprendizagem do aluno, para que ele seja capaz de construir seu próprio conhecimento.

Neste contexto é que se propõe as sequências de ensino investigativas:

“Proporcionando aos alunos condições de trazer seus conhecimentos prévios para iniciar os novos, terem ideias próprias e poder discuti-las com seus colegas e com o professor passando do conhecimento espontâneo ao científico e adquirindo condições de entenderem conhecimentos já estruturados por gerações anteriores” (CARVALHO, 2019, p. 9).

Juntamente com uma sequência didática investigativa, pode-se acrescentar jogos educativos, afinal

“Podem facilitar o processo de ensino-aprendizagem e ainda serem prazerosos, interessantes e desafiantes. O jogo pode ser um ótimo recurso didático ou estratégia

de ensino para os educadores e ser um rico instrumento para a construção do conhecimento” (GRÜBEL e BEZ, 2006, p. 3).

Uma das principais vantagens dos jogos educativos utilizados na escola é que os alunos participam ativamente, não somente observam, tomam decisões e resolvem as situações-problemas, chegando a conclusões de acordo com as decisões tomadas.

Os jogos e brincadeiras são elementos muito valiosos no processo de apropriação do conhecimento. Permitem o desenvolvimento de competências no âmbito da comunicação, das relações interpessoais, da liderança e do trabalho em equipe, utilizando a relação entre cooperação e competição em um contexto formativo. O jogo oferece o estímulo e o ambiente propícios que favorecem o desenvolvimento espontâneo e criativo dos alunos e permite ao professor ampliar seu conhecimento de técnicas ativas de ensino, desenvolver capacidades pessoais e profissionais para estimular nos alunos a capacidade de comunicação e expressão, mostrando-lhes uma nova maneira, lúdica, prazerosa e participativa de relacionar-se com o conteúdo escolar, levando a uma maior apropriação dos conhecimentos envolvidos. (BRASIL, 2006, p. 28)

Segundo Braga (2011), a genética apresenta um desafio particular no ensino de Biologia. Mesmo sendo um tema extremamente curioso que apresenta grande relevância e conexão com cotidiano dos alunos, parece haver algumas barreiras na compreensão e na transposição dos conteúdos para a sala de aula. De acordo com Moura, Deus, Gonçalves e Peron (2013, p. 168), “apesar das inovações científicas e tecnológicas fazerem parte dos currículos escolares das escolas públicas, grande parte dos alunos não contextualiza o ensino de biologia, com destaque aos conteúdos de genética, que se tem na escola com a sua realidade”, afinal a maioria dos estudantes não compreende a relação dos conteúdos de genética com sua vida cotidiana, ou com aspectos reais contidos na sua história de vida.

“No Brasil, os tópicos da genética fazem parte do conteúdo de biologia ensinado na 3ª série do ensino médio. Porém, a genética, como disciplina, não é bem aceita pela maioria dos discentes do ensino público em função de sua complexidade” (MOURA; DEUS; GONÇALVES; PERON, 2013, p. 169). Considerando tais dificuldades, bem como em outras áreas do ensino de Biologia (como a Biotecnologia), faz-se necessária uma abordagem mais dinâmica e interativa, tornando o assunto mais interessante e facilitando sua compreensão. Tendo em vista que os conteúdos de Genética e Biotecnologia podem ser tão distantes dos alunos e a dificuldade apresentada no referencial teórico em abordar tais assuntos, será que se o conteúdo for trabalhado através de uma sequência didática que culmine em uma atividade lúdica, essas tribulações seriam sanadas? Essa é a proposta apresentada nesse projeto, criar uma alternativa para parte de um conteúdo tão abrangente como Genética e Biotecnologia.

A proposta deste Trabalho de Conclusão de Mestrado é apresentar uma sequência didática e um jogo que auxiliem os docentes ao lecionar sobre os assuntos ligados a Biotecnologia, que muitas vezes podem ser tão difíceis de compreender e até enfadonhos para os discentes que não compreendem a importância do tema. Durante as discussões e apresentação desta atividade aos alunos, é importante que eles percebam que testes genéticos podem ser utilizados para diversas questões, não somente criminais, mas descobertas de doenças e melhores utilizações medicamentosas para tratamento dos pacientes, além de tendências ao desenvolvimento de condições específicas de saúde que podem ser heranças familiares e até ancestralidade.

Trata-se de uma proposta inédita de uma sequência didática e um jogo, que a complementa, que pode ser trabalhada de forma transdisciplinar, unindo conhecimentos de história, matemática, português, dentre outras disciplinas que podem fortalecer os conteúdos abordados e intensificar o interesse dos estudantes. Inicialmente será apresentada a proposta, os objetivos, a metodologia e uma breve discussão sobre as possibilidades de aplicação de ambos os produtos. Ao fim, será apresentada a proposta da sequência didática e do jogo em sua plenitude, com disponibilização de material para produção do jogo em qualquer unidade de ensino da federação.

1. OBJETIVOS

1.1. Objetivo Geral

- Elaborar uma estratégia didática investigativa no ensino da Genética e Biotecnologia, para estudantes do Ensino Médio.

1.2. Objetivos Específicos

- Elaborar um questionário para verificação de conhecimento prévio dos estudantes;
- Elaborar um jogo investigativo e organizar as várias atividades propostas em um manual explicativo em formato de vídeo;
- Desenvolver os temas de genética e biotecnologia com alunos do Ensino Médio de maneira diferenciada e lúdica;
- Criar opções estratégicas para a participação dos mais diversos grupos de alunos;

- Propor uma forma de tabular os resultados que serão obtidos através da aplicação da sequência proposta que permita a verificação dos resultados de participação e interesse nas atividades.

2. METODOLOGIA

A sequência didática e o jogo foram desenvolvidos para alunos de Ensino Médio que estiverem estudando o conteúdo de Genética e Biotecnologia, que, de acordo com a legislação vigente, pode ser no 2º ou no 3º ano do Ensino Médio. A sequência didática e o jogo foram propostos para aplicação nas turmas de segundo ou terceiro ano de Ensino Médio Integrado ao Técnico, de acordo com as diretrizes da Nova Base Nacional Comum Curricular, a BNCC. Todas as etapas e planejamento foram criadas para que seja possível a aplicação em turmas de alunos de diversas escolas, permitindo que tanto a sequência proposta como o jogo sejam aplicáveis em quaisquer realidades, tendo em vista que serão de fácil produção e sem custo excessivo.

Ambos os produtos abordam o tema “O Uso da Biotecnologia em Investigações Criminais”, de forma que os alunos serão capazes de compreender todos os aspectos estudados no Ensino Médio sobre tal tema. A sequência didática deve ser uma atividade simples e introdutória, contando com os pré-requisitos dos estudantes, quais sejam: Genética (1ª e 2ª Leis de Mendel); Evolução (Seleção Natural e Hereditariedade); Metodologia Científica e, para finalizar, Biotecnologia (o que é, benefícios e malefícios). Para que os discentes compreendam o conteúdo abordado, é necessário que tenham esses conhecimentos básicos, de forma que sejam capazes de solucionar os problemas que surgirão no decorrer das atividades.

A atividade conta com a solicitação de um questionário diagnóstico, de forma que os estudantes possam responder livremente aquilo que entendem e conhecem a respeito do assunto com as bases que já possuem. Após a coleta e análise das respostas dos alunos, abre-se o questionamento inicial acerca da possibilidade de uso de biotecnologias voltadas para investigação de crimes, trazendo conceitos bastante usuais do dia a dia dos alunos, bem como questões atuais sobre o tema e o desenvolvimento de produtos muito importantes para a sociedade moderna. A princípio, permite-se que o estudante reflita sobre o tema e busque compreender as utilidades da biotecnologia para desvendar crimes diversos. Posteriormente, o docente deverá abordar quais os tópicos da pesquisa, permitindo um direcionamento daquilo que se pretende abordar. Os principais assuntos que deverão servir de direcionamento, sendo abordados e discutidos na pesquisa dos alunos, são:

- O que é Biotecnologia Forense?
- Quais os tipos de crimes que podem ser solucionados e/ou auxiliados pela biotecnologia?
- Somente crimes podem ser solucionados usando esse tipo de biotecnologia?
- O que são amostras biológicas?
- Quais os testes genéticos que podem ser utilizados?
- O que é PCR, RT PCR, enzima de restrição e eletroforese?
- Quais as principais fontes de material genético e que tipo de DNA poderia ser utilizado em testes?
- Análise de casos reais em que a Biotecnologia forense foi utilizada e seus resultados.

Ainda durante a discussão do tema central, devem ser levantados questionamentos sobre as questões éticas, como a questão da privacidade em bancos de perfis genéticos ou até coleta de dados e depoimentos para tal solução criminal. Essas são questões reais, que permanecem em discussão sobre sua legalidade em teses, que demonstram, através de pesquisas, que enquanto as biotecnologias e a legislação vigente sobre elas em outros países já estão avançadas e permitem um crescimento exponencial de seu uso qualificado, no Brasil, “não só demonstra que há um longo caminho a percorrer, para atingir níveis de excelência exigidos pelas circunstâncias, como também impõe imediatas medidas, que em muito antecedem a ‘desconfiança generalizada nas práticas policiais’.” (MILLARD, 2014, p. 108).

Ao fim da sequência, com a intenção de finalizar a atividade e compreender melhor o conteúdo abordado, é proposto um Jogo de Investigação Criminal, chamado “Quem Matou Amelia Stoneheart?”, nome escolhido de forma aleatória, evitando questões jurídicas envolvendo nomes e personagens previamente existentes. No jogo, os estudantes deverão percorrer vários ambientes da escola em busca de evidências de um suposto crime ocorrido na “Biblioteca” (podendo ser adaptado a outro local da escola que os alunos frequentem). As pistas que encontrarão os guiam aos suspeitos de terem cometido o crime e supostamente a coleta de vestígios que contenham material genético dos suspeitos para análise e comparação com o DNA do assassino, que será encontrado na cena do crime. Após recolher todas as amostras, elas serão enviadas para análise no “laboratório”, que consiste em responder algumas questões retiradas dos grandes vestibulares e do Enem, conquistando pequenas sequências de DNA dos suspeitos e comparando-os com o DNA da vítima e a sequência que, na história do jogo, teria sido encontrada embaixo da unha da vítima, portanto do suposto assassino.

A proposta do jogo é que seja aplicado nos ambientes de livre circulação da escola, como pátios, refeitórios, bibliotecas e áreas comuns, onde possam ser previamente alocadas as “pistas” que os alunos procurarão para resolver o enigma proposto. Os alunos deverão encontrar pistas que levam aos suspeitos, recolher amostras de DNA dos suspeitos e levar ao laboratório, onde deverão analisar o material genético e conquistar trechos de exames de DNA que contém marcadores genéticos dos suspeitos. Ao fim, deverão responder mais algumas questões sobre o tema apresentado, para conquistar os marcadores da vítima e do assassino. Dessa forma, poderão juntar as pistas encontradas ao exame de DNA do sangue do assassino encontrado na “cena do crime” e descobrirão o culpado. Ao fim das atividades, os alunos poderão ter desenvolvido algumas competências e habilidades que são propostas na BNCC, tais quais serão citadas posteriormente, nas Considerações Finais.

2.1. Materiais utilizados

Para a realização das atividades, o professor que quiser fazer uso da ideia, deverá dispor de um espaço acessível na escola, autorização da gestão escolar para realização da atividade e alguns poucos materiais escolares de fácil acesso.

Para aplicação da Sequência Didática “Como a Biotecnologia pode ajudar a desvendar crimes”, será necessário o seguinte material:

- Questionários impressos – a quantidade depende do número de alunos na turma;
- Papel e caneta para todos os alunos;
- Laboratório de informática ou biblioteca (ou disponibilização de internet para que os alunos possam pesquisar).

Para aplicação do Jogo “Quem matou Amelia Stoneheart?”, será necessário o seguinte material:

- Papel Color Set em 10 cores: Azul escuro, vermelho, rosa, amarelo, preto, marrom, verde, branco, laranja e azul celeste (podem ser outras cores);
- Papel Contact para proteção das peças do jogo;
- Sulfite para impressão;
- Tesoura;
- Cola;
- Fita adesiva;
- Sugestão de brindes:
 - 1 Caixa de bombons requintados para a 1ª colocada;

- 1 Pacote de bombons grandes para a 2ª colocada;
- 1 Caixa de bombons simples para a 3ª colocada;
- Pacotes de alguma bala para as demais equipes que não atingiram a classificação final.

Para a produção das fichas e a arte dos textos e questões, foi utilizada uma plataforma digital (<https://www.canva.com/>) que permite a criação de materiais que podem ser impressos de acordo com as condições da escola. Em apêndices, onde apresenta-se as cartas criadas para o jogo, é possível verificar o material criado apenas utilizando os recursos gratuitos dessa plataforma.

2.2. Sequência Didática: Como a Biotecnologia pode ajudar a desvendar crimes

1º Encontro (2 aulas)

Aplicação do questionário para reconhecimento do conhecimento prévio dos alunos sobre a investigação criminal e qual a sua relação com a biotecnologia. O questionário deve ser aplicado em uma aula apenas, possibilitando para o professor a verificação do conhecimento prévio do aluno e, dessa forma, poderá preparar o conteúdo a ser abordado de acordo com o observado.

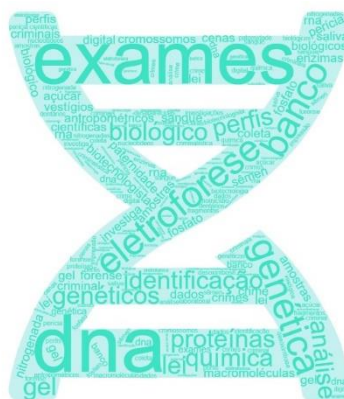
Segue um modelo de questionário, que pode ser adequado de acordo aos critérios do docente aplicador, bem como de sua realidade na unidade escolar. Este questionário foi criado pela autora, porém adaptado a partir de um preexistente (PRADO e FIGUEIREDO, 2016, pg. 07) com acréscimo de questões voltadas ao tema abordado:

Tabela 01: Questionário diagnóstico a ser realizado com os estudantes previamente.

Conceito	Opinião	Concordo	Talvez eu concorde	Não concordo
Todos os organismos apresentam DNA.				
Os cromossomos são formados por DNA associados à proteínas.				
O DNA é formado por duas cadeias de nucleotídeos que ficam pareadas através das bases nitrogenadas.				

A estrutura química do DNA contém açúcar (desoxirribose), base nitrogenada e fosfato.			
A composição química do DNA é diferente entre as espécies.			
A Biotecnologia e seus processos fazem parte apenas da história moderna do homem.			
Exames de DNA com amostras de sangue são mais confiáveis do que os realizados com qualquer outro tecido biológico.			
Exames de DNA são utilizados apenas para reconhecimento de paternidade.			
A eletroforese é muito utilizada e tem papel importante na análise laboratorial e em pesquisas científicas.			
Eletroforese permite realizar a separação de macromoléculas como DNA, RNA, proteínas e enzimas com tamanhos e cargas diferentes.			
A eletroforese em gel é uma técnica usada para separar fragmentos de DNA de acordo com seu tamanho.			
A Genética Forense é muito utilizada na criminalística para o confronto de vestígios biológicos de indivíduos envolvidos em um crime.			
O uso de DNA em investigações criminais requer a coleta de amostras de DNA das cenas dos crimes.			
São exemplos de material biológico que contém DNA: sêmen, sangue, saliva, cabelos e unhas.			
Desde 2012 o Brasil está entre as nações que possuem um Banco Nacional de Perfis Genéticos.			
A Genética Forense investiga também outra área, a da identificação, em casos pessoas desaparecidas ou cadáveres que não são identificados de outra forma.			
Faz parte do Banco de Dados de Perfis Genéticos, além do DNA, possui dados como impressão digital ou exames dentários ou antropométricos.			
O profissional que realiza a perícia criminal só pode ser um biotecnologista.			
A Lei nº 12.654, de 28 de maio de 2012 cria um banco de DNA para identificação genética de condenados por crimes violentos como homicídio, extorsão mediante sequestro, estupro, entre outros.			

Figura 01: Nuvem de palavras criada para exemplificar a atividade.



2º encontro (2 aulas):

Com os resultados dos questionários e a nuvem de palavras criadas pelos alunos na aula anterior, o docente poderá adaptar as próximas atividades a serem realizadas com os alunos com mais tranquilidade, auxiliando-os na busca do conhecimento para a realização das próximas etapas investigativas, compreendendo melhor os assuntos que o aluno já conhece e, dessa forma, sentindo-se mais preparado para orientar as possíveis dúvidas. Se houver necessidade, de acordo com o diagnóstico, o docente pode solicitar alguns assuntos mais

básicos para serem pesquisados ou até retomar conteúdos que, por vezes, não ficaram tão claros em determinado momento, embasando, dessa forma, a pesquisa do estudante.

Nesta etapa, os alunos deverão ser divididos em 10 equipes na sala, que terão tarefas a realizarem juntos até o fim dos trabalhos. Separadamente, cada equipe deverá se aprofundar no tema principal, que é a Biotecnologia forense, pesquisando em laboratório de informática e/ou biblioteca disponível na escola, os seguintes tópicos:

- O que é Biotecnologia Forense?
- Quais os tipos de crimes que podem ser solucionados e/ou auxiliados pela biotecnologia?
- Somente crimes podem ser solucionados usando esse tipo de biotecnologia?
- O que são amostras biológicas?
- Quais os testes genéticos que podem ser utilizados?
- O que é PCR, RT PCR, enzima de restrição e eletroforese?
- Quais as principais fontes de material genético e que tipo de DNA poderia ser utilizado em testes?
- Análise de casos reais em que a Biotecnologia forense foi utilizada e seus resultados.

Recomenda-se que o docente oriente a busca em sites confiáveis, matérias de jornais e revistas, de preferência, científicas. Em pesquisa, indico um blog que pode ser bastante interessante, por conter informações pertinentes e ser idealizado e atualizado por profissionais da área de biotecnologia: *Profissão Biotec* (<https://profissaobiotec.com.br/>). Contém uma linguagem simples e adequada a idade dos estudantes de Ensino Médio, o que permite maior compreensão do conteúdo abordado apenas com suas pesquisas. Esse blog também é válido para a pesquisa do docente anterior à essa prática, pois proporciona até um programa de mentoria, caso haja interesse.

Cada uma das equipes deverá pesquisar todos os temas para que possam se aprofundar no assunto no período de aproximadamente uma aula. Ao fim da pesquisa, a turma toda deverá se reunir em círculo, onde poderão discutir os aspectos pesquisados, com interferência docente quando se fizer necessário, para melhor interpretação dos dados de sua pesquisa. Para direcionar o debate, é interessante que o docente tenha feito sua pesquisa previamente, usando os textos e sites indicados anteriormente.

Ao fim do debate, o professor deverá apresentar a proposta de atividade lúdica para a próxima aula, que deverá manter a equipe de trabalho e realizar a solução de um crime fictício no formato de jogo. Neste momento o professor fará uma breve explanação sobre como será a

tarefa e o que os alunos farão. Com um planejamento antecipado, os estudantes já podem chegar na próxima etapa dispostos e preparados para participar do jogo.

2.3. O Jogo: Quem matou Amelia Stoneheart?

3º encontro: (2 aulas)

Para facilitar a interpretação, o jogo está distribuído em etapas.

Etapa 1: (10 minutos) Ainda nas equipes propostas na sequência didática, os alunos deverão realizar uma leitura prévia do texto sobre Testes de DNA contido em: <https://blogdoenem.com.br/biologia-enem-testes-dna/> - os textos serão impressos em folhas coloridas (uma cor diferente para cada equipe). Este material foi escolhido por conter linguagem simples que orienta os alunos para estudos voltados aos vestibulares e ao Enem, pois normalmente este é um objetivo comum entre todos os estudantes.

Etapa 2: (10 minutos) Breve explicação sobre a leitura indicada, estimulando a curiosidade do aluno sobre como são feitos os testes de DNA e fazendo com que percebam que semelhantes processos são feitos para análise criminal, lembrando-os da pesquisa e discussão realizada na aula anterior. O docente deve explicar que iniciará um jogo aos alunos e que eles deverão se locomover nas mesmas equipes que realizaram a leitura. Nesse momento, o docente entrega um texto introdutório do alvo de análise do jogo, texto que deverá estar impresso em folha colorida novamente, visando permitir a identificação da equipe com sua cor (as cores escolhidas devem seguir o material que o professor tiver disponível, preferivelmente devem ser impressos em folhas brancas, porém colados em papel *color set*, que possui grande variedade de cores).

Tabela 02: Texto de apoio contendo a história fictícia da personagem principal.

História do Jogo: “Quem matou Amelia Stoneheart?”
Amelia Stoneheart era uma poderosa associada e presidente da empresa Stoneheart Corporation, por possuir 55,5% das ações da empresa. Além de Amelia, existem mais dois associados, que são Noah Stoneheart (irmão da Amelia), e Sophie Lancaster (esposa de Noah). Amelia possui, além de Noah, irmãos gêmeos, Olivia e Georgina, que nunca se interessaram pela direção da empresa e venderam suas ações para Amelia, que acabou ficando a maior porcentagem. O tio de Amelia, o Sr. Arthur Stoneheart, não teve filhos, então vendeu suas

ações para Noah, que ficou com 43,5% das ações, mas ao se casar com Sophie, dividiu suas ações com ela.

Amelia era casada com Louis King Stoneheart e tinha 3 filhos, Emily, Thomas e Chloe, que mantiveram o sobrenome Stoneheart devido ao grau de importância da família. Os três filhos eram inicialmente herdeiros de Amelia, porém, devido a um desentendimento de Amelia com Emily há alguns anos, ela tinha sido retirada do testamento.

A vítima também tinha uma vida secreta. Ela tinha um caso com Alice Lennox, a recepcionista da empresa, que é casada com Charlotte Clifford. Anteriormente também tivera um caso com Benjamin Monroe, mas que havia sido finalizado na época em que se desentendeu com Emily, que também estava saindo com Benjamin.

Na vida profissional, Amelia não era uma pessoa muito fácil de lidar, houve alguns processos importantes que devem ser citados, como da funcionária de Tecnologia de Informação Isabella Fonn, que denunciou a presidente da empresa por corrupção e lavagem de dinheiro, porém perdeu o processo e ainda foi obrigada a indenizá-la por danos morais.

Por fim, Amélia foi encontrada morta na biblioteca, em uma cena que indica assassinato. Algumas pistas foram coletadas no local e enviadas para análise no laboratório de investigação criminal. A sua missão, agora, como investigador do crime, é descobrir os possíveis suspeitos e recolher amostras de seu DNA para serem enviados ao laboratório e realizar análise comparativa com o material encontrado na cena do crime. Os suspeitos estão espalhados em vários e diferentes locais deste prédio, cabe a você e sua equipe analisarem as pistas e se direcionarem aos locais prováveis, onde encontrarão os suspeitos e terão acesso a suas histórias. Lembrem-se que todos são suspeitos, mesmo aqueles que parecem mais desinteressados na fortuna de Amélia.

Após a breve leitura do texto “Quem matou Amelia Stoneheart”, o professor deve anunciar: “O crime ocorreu na biblioteca. Vocês terão que desvendá-lo.” Dessa forma, os estudantes são direcionados para a cena do crime.

Etapa 3: (1 hora) as equipes, juntas, encontram a cena do crime, onde haverá pistas coloridas (de acordo com a cor das equipes) que os levarão para outros locais da escola (escolhidos pelo professor), onde são encontradas pistas sobre os suspeitos e direcionam ao próximo ponto de pista – sempre das cores de cada equipe, para que os alunos não retirem as evidências de outra equipe. A pista final deverá induzir as equipes ao “laboratório” (a sala deve ser grande o suficiente para comportar todas as equipes dentro do mesmo espaço, pois o restante da atividade será realizado neste local).

Figuras 2A e 2 B: Exemplos de pista contendo dica para encontrar um suspeito e, consequentemente, um local onde contenha outras pistas.



GRUPO 5 - PISTA 1:
LOCAL: BIBLIOTECA
VÍTIMA: AMELIA STONEHART
SOBRE: É A MAIOR ACIONISTA DA STONEHART CORPORATION E COM VÁRIAS QUESTÕES PESSOAIS A SEREM ANALISADAS.



SUSPEIT@ 1: O
SEGUNDO FILHO
ESTUDOU
LICENCIATURA. ONDE
ELE SE REÚNE COM OS
COLEGAS DE
PROFISSÃO?



GRUPO 8 - PISTA 1:
LOCAL: BIBLIOTECA
VÍTIMA: AMELIA STONEHART
SOBRE: É A MAIOR ACIONISTA DA STONEHART CORPORATION E COM VÁRIAS QUESTÕES PESSOAIS A SEREM ANALISADAS.



SUSPEIT@ 1: O
EX-AMANTE E ATUAL
GENRO É UM RENOMADO
CHEF DE COZINHA,
DONO DE SEU PRÓPRIO
RESTAURANTE
CONHECIDO COMO
HENRIQUE V.

Com as evidências todas em mãos, as equipes deverão ir até o professor, que será intitulado, neste momento, como “Banco de Amostras”. A equipe entrega a amostra (as pistas encontradas ao longo da jornada) ao professor e retira alguns exercícios de vestibulares e/ou Enem sobre o tema (podem ser as sugestões contidas no produto final ou outras questões, por ventura, mais atualizadas na época da aplicação), que os estudantes deverão, em equipe, decifrar a resposta, quando poderá se dirigir ao “Banco de Amostras” novamente, com a resposta correta na atividade, poderá retirar os resultados dos exames de eletroforese (trechos do código genético) da vítima, do assassino que foi encontrado na cena do crime e dos suspeitos. A última imagem que o aluno deverá receber é a do trecho de DNA que corresponde ao sangue do assassino, encontrado no local do crime, dessa forma, os alunos deverão comparar o DNA encontrado na cena do crime e descobrem o assassino.

Figuras 3A e 3B: Exemplos de exercícios selecionados para realização das análises laboratoriais. No banco que questões deste jogo existem 15 atividades, porém o professor poderá buscar outras e mais recentes para a aplicação.



02. (UFPA) A “impressão digital do DNA” ou DNA fingerprinting, tem sido muito usada na medicina forense para a identificação de vítimas, criminosos e na confirmação de paternidades. Esse exame baseia-se na identificação de trechos do DNA cujas seqüências repetidas de nucleotídeos são exclusivas para cada pessoa e transmitidas de pais para filhos de acordo com herança mendeliana. O resultado do teste, representado a seguir, contém padrões dessas marcas para uma determinada família. Com base nesse resultado assinale a alternativa, INCORRETA:

a) III é irmão biológico de I
b) III não pode ser filho biológico deste casal
c) II não é filho deste pai
d) II é filho biológico do casal
e) II, II e III possuem a mesma mãe

Mãe	Pai	I	II	III
—	—	—	—	—
—	—	—	—	—
—	—	—	—	—
—	—	—	—	—
—	—	—	—	—



15. (Unicamp) Dados genéticos podem ser utilizados para estudar populações de uma espécie no ambiente natural. Por exemplo, amostras de DNA podem ser coletadas para identificar espécies, estimar tamanhos populacionais ou identificar indivíduos. Um pesquisador coletou duas amostras de fezes em uma localidade na Índia e sequenciou parte do gene Gapdh dos DNAs extraídos a partir delas. Como resultado, foram obtidas as seqüências abaixo (apenas uma das fitas do DNA é mostrada).

Amostra 1: 5' ACAGGATCCATTACCCCGAGGATGGTG 3'
Amostra 2: 5' ACAGGATCCATTACCCCTCAGGATGGTG 3'

As seqüências da mesma região do gene Gapdh nos genomas do tigre de Bengala (*Panthera tigris*) e do leopardo (*Panthera pardus*) são:

Panthera tigris: 5' ACAGGATCCATTACCCCGAGGATGGTG 3'
Panthera pardus: 5' ACAGGATCTATACACCCCGAGGATAGTA 3'

a) De posse desses dados, responda: as amostras de fezes 1 e 2 pertencem, com maior probabilidade, a tigres de Bengala ou a leopardos? As amostras 1 e 2 pertencem ao mesmo indivíduo ou a dois indivíduos diferentes? Justifique sua resposta.
b) Um crítico argumenta que o trabalho do pesquisador não era válido, pois as seqüências do gene nuclear Gapdh foram obtidas a partir de amostras de fezes. Segundo o crítico, material genético nuclear de felinos só poderia ser extraído com qualidade a partir de hemácias (eritrócitos) coletadas dos animais. Quem tem razão, o pesquisador ou o crítico? Justifique.

(Fonte: J. Bhagavatula e L. Singh. *BMC Genetics*, Londres, v. 7, p. 48, out. 2006.)

Etapa 4: (10-15 minutos) ao concluir a atividade do jogo, o professor deverá tecer alguns comentários sobre o decorrer da atividade e como o caso foi solucionado (ou não), tirando dúvidas sobre a atividade e verificando características científicas apresentadas. A equipe vencedora (que descobrir o assassino primeiro) será premiada com uma caixa de bombons (sugestão), as outras equipes deverão ser premiadas também, com prêmios que podem ser mais simples, mas simbolizando a participação efetiva de todos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Devido às limitações impostas pela pandemia de Covid-19 nos anos de 2020 e 2021, que muito influenciou na organização das aulas nas escolas públicas, as atividades propostas neste trabalho não puderam ser aplicadas presencialmente. Na instituição de ensino na qual a autora leciona, as condições de retorno presencial foram mais rigorosas do que em outras instituições do Estado de São Paulo, o que acarretou um retorno tardio e extremamente gradual dos alunos e dos docentes da escola, além de ter limitado atividades que envolvessem qualquer tipo de movimentação que pudesse gerar desgaste físico e aglomeração nas Unidades Escolares, impossibilitando qualquer alternativa de aplicação de uma atividade que exige tamanha mobilidade.

Tendo em vista essa questão, procura-se demonstrar a partir dessa discussão, as possibilidades de aplicação da sequência didática e do jogo de estratégia nas mais diversas instituições que existem no Brasil, levantando hipóteses de aplicação nos mais diversos espaços. As cartas-pistas, principalmente, serão os itens que mais necessitarão de ajustes para cada Unidade de Ensino, tendo em vista que nem todas as escolas possuem os locais citados e as pistas seriam bastante individuais de acordo com o momento e a história de cada instituição e dos indivíduos que fazem parte dela.

A escola modelo para a montagem deste jogo, fica localizada na cidade de Sorocaba, interior de São Paulo. É uma escola técnica pertencente ao Centro Paula Souza, a Etec Fernando Prestes, que conta com mais de 600 alunos somente do Ensino Médio Integrado ao Técnico e mais de 2000 alunos de forma geral. Trata-se de um prédio antigo, com aproximadamente 100 anos, construído para ser escola técnica e com variados ambientes que podem ser utilizados para atividades como essa e muitas mais.

No Ensino Médio dessa escola em específico, já existem diversas atividades corriqueiras, como gincanas e jogos, idealizadas e organizadas por docentes da instituição há mais de 20 anos. Portanto, é um ambiente propício para tal ação, que dificilmente geraria algum tipo de transtorno na unidade e que possivelmente teria a contribuição de mais docentes das

diversas áreas do conhecimento. Os alunos são bastante participativos e já ingressam na Etec com intenções de participar de gincanas e atividades externas de forma constante, pois são atividades que são conhecidas por toda a cidade e a região de entorno, devido à frequência com que elas acontecem.

Devido a isso, ressalta-se em diversos momentos ao longo dessa discussão a necessidade de se conhecer bem o público, pois cada docente tem conhecimento que tipo de ações serão bem aceitas pela sua comunidade ou serão rejeitadas e inviabilizadas.

3.1. Sequência Didática e adaptações

A sequência didática pode ser aplicada em qualquer turma de escola pública ou privada, porém pode sofrer adaptações de acordo com o tamanho da turma. Na sequência há a sugestão de separação dos alunos em grupos menores, para que haja maior envolvimento nas pesquisas. Porém, deve-se levar em consideração o tamanho da turma. Para grupos grandes de alunos, turmas com 40/50 alunos por sala, sugere-se a separação em 10 grupos, dessa forma obtém-se pequenas turmas de 4 ou 5 alunos, o que permite maior participação de todos os membros, com divisões de trabalho por equipes de forma mais consciente. Porém, grupos menores de alunos, turmas com 20 alunos ou menos, sugere-se que mantenha a quantidade de alunos por equipe, diminuindo assim a quantidade de grupos para 5 ou 6 equipes.

De certa forma, todos os alunos envolvidos na atividade terão acesso às mesmas informações, tanto através de pesquisas como na discussão/debate que é proposto ao fim da sequência. A ideia é apenas que todos tenham a oportunidade de desenvolver técnicas de pesquisa e aumentar a curiosidade sobre o tema, incentivando-os à busca pelo conhecimento e ao desenvolvimento de autonomia para pesquisar e discursar sobre o tema abordado com maior propriedade – o que se trona mais atraente e possível em grupos menores.

3.2. Disponibilidade de aplicação do jogo

A atividade proposta é um jogo que movimenta os alunos pela escola e, devido à essa movimentação, pode causar certa estranheza e agitação em todo o ambiente. A ação precisa ser planejada de acordo com o espaço escolar, o público-alvo (os alunos que realizarão a atividade) e as pessoas envolvidas da comunidade escolar. De certa forma trata-se de uma atividade externa que pode interferir no cotidiano escolar, como por exemplo, nas aulas de disciplinas que necessariamente usam alguns dos espaços envolvidos.

Devido a esse fato, é crucial que o docente que pretende aplicar a atividade, contacte toda a equipe da gestão escolar, bem como os docentes que estarão na unidade no mesmo dia

da aplicação. Esse jogo é uma atividade que pode ser realizada de forma interdisciplinar, portanto, o aplicador fica livre para envolver outras disciplinas que podem até contribuir com a ação e, se houver interesse de realizar uma atividade de forma mais grandiosa, pode-se inserir mais de uma turma da escola, o que de certa forma poderia até facilitar a aplicação e não interromperia outras aulas de outros docentes.

Tendo em vista que a preparação do jogo exige tempo e disponibilidade do docente que irá realizar, é interessante que ele tenha acesso aos espaços escolares com alguma antecipação, preferencialmente no dia anterior, se preocupando também com a interferência e acesso de outros alunos aos ambientes antes da atividade ser iniciada. Por exemplo, se a unidade escolar tiver aulas noturnas, deve-se tomar o cuidado de montar a atividade após a saída desses alunos ou em algum dia que eles não estejam na escola, evitando qualquer interferência nos locais de pistas.

É necessária também que a comunicação interna entre gestão, docentes e funcionários da escola, seja feita de forma clara e objetiva, evitando que a equipe de limpeza da escola retire as peças do jogo por não saberem do que se trata ou algum tipo de desconforto com alunos circulando bibliotecas, laboratórios de informática e de ciências, área da merenda, sala dos professores, jardins, saguão de entrada, sala da coordenação, banheiros, entre outros.

3.3. Compreendendo o espaço escolar

“A História das Instituições Escolares desponta como estratégia de fazer história da educação e, embora enfocando a singularidade do ‘caso’, oferece conhecimentos acerca das relações sociais mais amplas dos sistemas educativos, dos impactos das políticas educativas no âmbito institucional. A base material fornece importante compreensão das relações internas da escola, suas funções, clientela, prestígio, inserção no plano da cidade.” (WERLE, BRITTO e COLAU, 2007, p. 161)

Cada ambiente escolar tem sua história e suas especificidades. Por tanto, é importante que para aplicação do jogo o docente monte as pistas de acordo com a história daquela escola, fazendo uso de locais e pessoas que são referências, assim o aluno compreenderá as pistas e os locais onde poderá encontrar mais informações para prosseguir nas etapas do jogo.

Temos como exemplo a pista indicada anteriormente (Figura 2A), que indica um local generalizado, igual em todos os ambientes escolares. O local onde se reúnem professores em qualquer escola é a Sala dos Professores. Esse é um exemplo de pista genérica, que seria de

fácil identificação em qualquer instituição de ensino, desde que haja um espaço que seja conhecido pela comunidade escolar como “Sala dos Professores”.

Porém, no exemplo seguinte (Figura 2B), exige-se um conhecimento específico do ambiente escolar e das pessoas que trabalham nessa escola. A escola onde o jogo foi idealizado, possui uma cantina, cujo proprietário chame-se “Henrique”. Trata-se de uma pessoa muito conhecida e querida entre os estudantes desta escola, então a pista levaria até a cantina de forma sutil e divertida, permitindo a descoberta dos alunos.

Estes exemplos permitem que o docente que busca a aplicação do jogo identifique na sua escola os locais que seriam possíveis disponibilizar as pistas e desenvolva ideias de dicas que sejam específicas de sua instituição, permitindo assim que os alunos possam encontrar os locais e se divertir realizando essas tarefas e criando uma atividade adaptada desta proposta no presente trabalho, mas que tenha suas próprias características e seu toque pessoal.

Uma questão que deve ser levada em consideração sobre o local de aplicação do jogo é a questão climática. Para a aplicação do jogo, se fará necessária uma preparação das atividades. Devo sugerir que a preparação seja no dia anterior ao acontecimento ou pelo menos algumas horas antes da aplicação. Porém, se a escola possui locais descobertos e desprotegidos do tempo, isso deve ser levado em consideração para que nenhum grupo seja prejudicado, caso haja uma chuva ou vento forte que possa vir a destruir alguma pista. Por isso é importante que o material seja produzido com proteção que, na sugestão de materiais foi colocado o papel *contact*, podendo ser substituído por algum plástico que o proteja.

Portanto, é de suma importância que o docente conheça bem o local e sua história, tenha um bom relacionamento com os alunos e consiga criar essas dicas de acordo com esses fatores específicos da escola, permitindo maior participação e interesse dos alunos que participarão da atividade.

3.4. A preparação para o jogo

A disponibilização de um manual em formato de vídeo em uma plataforma bastante corriqueira e usual com o *Youtube* (<https://youtu.be/hhKhjVNg3jU>), deve permitir maior acessibilidade e clareza na aplicação do jogo. Esta é uma proposta que pode ser bastante específica e de difícil aplicação em alguns espaços mais tradicionais, menores ou de recursos limitados. Por isso há a necessidade de se conhecer muito bem o local e as pessoas envolvidas, para que seja possível a adaptação de acordo com a realidade de cada docente de Biologia que idealize a aplicação deste jogo.

Na escola idealizada para tal jogo, todas as noites ocorrem aulas para alunos dos Cursos Técnicos Modulares. Esses cursos possuem público diverso, com diferentes idades e motivações. Portanto, a montagem do jogo no dia anterior a atividade, poderia ser muito dificultada e correria risco de sofrer interferências por meio dos alunos do período da noite, intencionalmente ou não.

Neste caso, a aplicação deveria ser realizada em uma segunda-feira, possibilitando a montagem no domingo (em sendo a possibilidade real) ou nas aulas do final do período, possibilitando a montagem no início do período de aulas do dia – porém ainda assim há o risco de alunos interferirem no jogo intencionalmente ou não nos horários de intervalo e trocas de aulas. Há uma terceira possibilidade que poderia ser muito viável, que seria realizar a montagem após o intervalo dos alunos que estudam a noite na escola, pois ao saírem de suas aulas não teriam acesso às pistas já distribuídas.

Após a determinação da data de aplicação, a atividade da sequência didática deve ser iniciada e o agendamento do jogo com os alunos deve ser realizado, para que venham preparados para a atividade. Com a montagem realizada da forma como melhor se adequar a realidade do professor, o jogo poderá ter início na data prevista.

3.5. A aplicação do jogo

Para dar início à atividade, é muito importante que os combinados para aplicação do jogo tenham sido realizados anteriormente com os participantes, agilizando a aplicação e permitindo que a atividade ocorra no tempo previsto.

O primeiro passo da realização da atividade é a divisão nas equipes pré-selecionadas ao fim da aplicação da sequência didática e a distribuição e disponibilização de tempo para a leitura da história de Amelia Stoneheart, impressa em papel sulfite, porém, colada em um pedaço de papel *color set* indicativo da cor da equipe. O texto que os alunos receberão não precisa ser exatamente desse formato, como segue a imagem, afinal pode acarretar um gasto que talvez exista uma certa dificuldade de se realizar em instituições públicas, principalmente. Mas é importante que contenha todas as informações relevantes para a realização da atividade. Ressalta-se que parte da história pode ser suprimida caso haja a intenção de diminuir o número de pistas e suspeitos, para agilizar a atividade ou mesmo devido ao tamanho da unidade escolar e os espaços que podem ser utilizados.

Vale destacar que a história criada pela autora para o jogo é bastante complexa, com muitos personagens e trata-se de criação exclusiva para tal atividade. Caso alguma situação da história não seja adequada ao público de alunos para o qual se direciona a atividade, o contexto

pode ser alterado e o conteúdo pode ser amenizado em seu caráter agressivo e passional, permitindo ao docente aplicador total liberdade de contextualização para a criação do jogo. Tanto a história, como as pistas e todas as atividades do jogo, são apenas sugestões. O importante é a prática da atividade com intuito de realizar um jogo que pode ser multidisciplinar, leva o aluno a pensar e trabalhar em equipe e cria uma necessidade de urgência, fazendo a atividade mais dinâmica e divertida.

Figura 4: Texto a ser entregue para os alunos antes de iniciar o jogo, contendo a história criada para a personagem principal.



História criada por: Cibeles Ramos Rocha

QUEM MATOU AMELIA STONEHEART

Amelia Stoneheart era uma poderosa associada e presidente da empresa Stoneheart Corporation, por possuir 55,5% das ações da empresa. Além de Amelia, existem mais dois associados, que são Noah Stoneheart (irmão da Amelia), e Sophie Lancaster (esposa de Noah).

Amelia possui, além de Noah, irmãos gêmeos, Olivia e Georgina, que nunca se interessaram pela direção da empresa e venderam suas ações para Amelia, que acabou ficando com a maior porcentagem. O tio de Amelia, o Sr. Arthur Stoneheart, não teve filhos, então vendeu suas ações para Noah, que ficou com 43,5% das ações, mas ao se casar com Sophie, dividiu suas ações com ela.

Amelia era casada com Louis King Stoneheart e tinha 3 filhos, Emily, Thomas e Chloe, que mantiveram o sobrenome Stoneheart devido ao grau de importância da família. Os três filhos eram inicialmente herdeiros de Amelia, porém, devido a um desentendimento de Amelia com Emily há alguns anos, ela tinha sido retirada do testamento.

A vítima também tinha uma vida secreta. Ela tinha um caso com Alice Lennox, a recepcionista da empresa, que é casada com Charlotte Clifford. Anteriormente também tivera um caso com Benjamin Monroe, mas que havia sido finalizado na época em que se desentendeu com Emily, que também estava saindo com Benjamin.

Na vida profissional, Amelia não era uma pessoa muito fácil de lidar, houve alguns processos importantes que devem ser citados, como da funcionária de Tecnologia de Informação Isabella Fonn, que denunciou a presidente da empresa por corrupção e lavagem de dinheiro, porém perdeu o processo e ainda foi obrigada a indenizá-la por danos morais.

Por fim, Amélia foi encontrada morta na biblioteca, em uma cena que indica assassinato. Algumas pistas foram coletadas no local e enviadas para análise no laboratório de investigação criminal. A sua missão, agora, como investigador do crime, é descobrir os possíveis suspeitos e recolher amostras de seu DNA para serem enviados ao laboratório e realizar análise comparativa com o material encontrado na cena do crime. Os suspeitos estão espalhados em vários e diferentes locais deste prédio, cabe a você e sua equipe analisarem as pistas e se direcionarem aos locais prováveis, onde encontrarão os suspeitos e terão acesso a suas histórias.

Lembrem-se que todos são suspeitos, mesmo aqueles que parecem mais desinteressados na fortuna de Amélia.

Após a leitura do texto, o docente deverá avisar a turma que a primeira pista para desvendar esse mistério encontra-se na biblioteca (ou outro local de preferência na escola), permitindo que todas as equipes se locomovam ao mesmo tempo para o mesmo local.

No **espaço** escolhido, no caso, a biblioteca, haverá pistas de todas as equipes, com cada uma das cores das equipes. Os estudantes precisam ser avisados que só podem deixar o local e seguir para o próximo ponto com a pista na mão, pois precisaram dela para realizar as trocas ao fim do jogo. Os pontos em que as pistas serão encontradas deverão ser considerados como interrogatório com os suspeitos, pois cada dica conterá uma característica e um motivo para aquele indivíduo ser ou não considerado suspeito. Os locais sugeridos para os suspeitos serem encontrados na escola modelo são:

- Pátio de entrada
- Sala dos professores
- Sala de português
- Auditório
- Sala de multimeios
- Cantina
- Centro de Memória
- Jardim
- Refeitório
- Quadra poliesportiva
- Laboratório de informática

Como trata-se de uma escola muito grande, como anteriormente mencionado, todos esses espaços são possíveis. Porém, cabe ao professor aplicador, verificar a disponibilidade de tempo e os espaços em que a atividade poderá ocorrer, possibilitando assim a diminuição dos locais e consequentemente dos suspeitos.

A equipe deverá reservar consigo cada uma das pistas, pois elas serão consideradas material coletado dos suspeitos para análise laboratorial. Por tanto, a última pista de todas as equipes, conduzirá os alunos ao Laboratório de Biologia (de ciências, física ou química, dependendo da escola, bem como outro local caso não haja laboratório, como a própria sala de aula da turma).

Ao chegar ao local final, o docente deverá estar a postos, com os exercícios para disponibilizar aos alunos em troca de cada uma das pistas que foram encontradas. Pista por pista, os estudantes receberam uma atividade para ser solucionada e, assim que resolvida, a

bem como descobriram o assassino e quais conhecimentos foram necessários para a solução do jogo. Se houver premiação, este seria o momento adequado para se premiar as equipes que chegaram à conclusão correta primeiro e todos os alunos que participaram ativamente da atividade, finalizando a atividade.

3.6. Possíveis consequências da aplicação do jogo

O jogo proposto, como é possível compreender através das explicações já feitas, é uma atividade que irá exigir grande movimentação dos estudantes no ambiente escolar. Por isso, é necessário que o docente que pretende aplicá-lo, consulte a gestão escolar e programe com antecedência a sua aplicação, evitando gerar Maus entendidos com a equipe gestora e certo desconforto no ambiente de trabalho. A ideia principal é realizar uma atividade prática, lúdica e divertida com a participação dos alunos que não gere possíveis conflitos internos.

Tendo em vista que se trata de uma competição, evidentemente pode gerar algum transtorno com turmas que já possuem alguma rivalidade entre si, portanto cabe ao docente responsável pela aplicação verificar a real possibilidade de aplicação e desenvolver grande liderança com a turma, evitando possíveis divergências. Ao fim da atividade, todos os alunos participantes devem ser premiados de alguma forma, mesmo que haja prêmios diferentes para os primeiros colocados, esse é um assunto que deve ser bem trabalhado com os alunos. Caso o professor perceba que esse tipo de premiação poderia gerar algum desconforto, é interessante que não se faça a premiação ou que ela seja exatamente igual para todos.

A premiação sugerida na proposta seria em formato de brindes com produtos alimentícios, porém, cabe ressaltar aqui que pode ser modificada de acordo com a clientela. Por exemplo, caso existam alunos com limitações alimentares, como veganos, diabéticos entre outras condições, seria interessante que fosse pensado nesse aluno antes de se realizar a premiação. Sugere-se que se adquira um prêmio exclusivo para aquele aluno ou, se isso de alguma forma puder constrangê-lo ao invés de incentivá-lo, que seja adquirido o mesmo produto para todos ou que ele não seja alimentício.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo da escrita deste Trabalho de Conclusão de Mestrado, houve modificações na atividade até chegar às últimas etapas de desenvolvimento pois, mesmo sem a possibilidade de aplicar, a reflexão permitiu a percepção de que poderia haver formas diferentes de realização tanto da sequência didática como do jogo. Percebe-se ao fim deste trabalho, que o fato de não

testar as atividades é um fator limitante da visualização de questões que poderiam surgir e análise de dados que seriam apresentados.

Mesmo com tais limitações, é possível perceber que esta é uma atividade que faz a desenvolvedora repensar os quase 20 anos de carreira, imaginando como seria ao mesmo tempo divertido e repleto de aprendizado para alunos e para os docentes envolvidos, afinal, ao participar de atividades dinâmicas que já ocorrem em diversas escolas faz perceber que o aprendizado que os alunos adquirem com essas ações ocorre a longo prazo, pois os estudantes nunca esquecem de atividades dinâmicas e descontraídas nas quais podem participar.

De acordo com a BNCC (2018), os processos e práticas de investigação merecem destaque na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, afinal “ a dimensão investigativa (...) deve ser enfatizada no Ensino Médio, aproximando os estudantes dos procedimentos e instrumentos de investigação, tais como: identificar problemas, formular questões, identificar informações ou variáveis relevantes, propor e testar hipóteses, elaborar argumentos e explicações, (...), a partir da análise de dados e informações sobre as temáticas da área”.

Dessa forma, fica evidente que mais ações como essa devem fazer parte do cotidiano escolar e que, muitas vezes, os docentes em geral acabam deixando de realizar atividades diferenciadas por dificuldades encontradas em diversos níveis das relações escolares como por exemplo, falta de apoio da gestão escolar ou dos colegas de profissão de outras disciplinas e até mesmo as restrições impostas por uma pandemia. Porém, as atividades podem e devem ser adaptadas para que se possa realizar ações diferenciadas e proporcionar a educação devida aos alunos. Afinal, existe um respaldo da Base Nacional Comum Curricular e os alunos merecem ações que possam abrir suas mentes em relação a educação brasileira e como ela pode ser.

Deve-se salientar que a não aplicação desta atividade gerou uma grande frustração, porém isso também permite uma motivação para uma possível aplicação futura, possibilitando a publicação de resultados mais concisos e uma possível revisão da prática, pois tudo leva a crer que entre os anos de 2022 (da publicação deste trabalho) e 2023, o mundo terá uma estabilização e possível queda dos casos de COVID-19, permitindo que tais ações possam ocorrer mais livremente nas diversas instituições de ensino do país.

Ao comparar a atividade completa com outros jogos relacionados a biotecnologia ou até mesmo genética, percebe-se que muitos deles são voltados para atividades em um ambiente fechado, como sala de aula e/ou laboratórios, principalmente jogos de tabuleiro, conforme comparações com atividades presentes na Revista Genética na Escola (2018). São jogos excelentes em sua criação, porém com uma perspectiva bem diferente desta proposta, o

que torna ainda mais relevante e multidisciplinar, podendo ser aplicada em conjunto com professores de educação física (devido à atividade física presente), de língua portuguesa (devido ao conteúdo literário – a história pode ser adaptada à algum romance pré-existente), história e geografia (podendo haver algum envolvimento político ou questão ambiental), entre outras.

Disciplinas da área de gestão em cursos técnicos também podem ser inseridas ao conteúdo, afinal a proposta de trabalho em equipe, divisão de tarefas e resolução de problemas, bem como outras habilidades que poderão ser observadas, também competem aos profissionais técnicos que são almejados pela sociedade atendendo às Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio de 2011 (DCNEM/2011):

“Com a perspectiva de um imenso contingente de adolescentes, jovens e adultos que se diferenciam por condições de existência e perspectivas de futuro desiguais, é que o Ensino Médio deve trabalhar. Está em jogo a recriação da escola que, embora não possa por si só resolver as desigualdades sociais, pode ampliar as condições de inclusão social, ao possibilitar o acesso à ciência, à tecnologia, à cultura e ao trabalho” (Parecer CNE/ CEB nº 5/201152).

Trata-se de uma atividade diferenciada das já existentes, uma proposta nova que atende a competência específica 3, da BNCC (2018, p. 558): “Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções (...) e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados (...)”. Tal competência sinaliza o desenvolvimento de habilidades condizentes com a atividade proposta, tais quais:

(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, (...) e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica;
(EM13CNT302) Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, (...), por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental;

(EM13CNT303) Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de textos como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações;

(EM13CNT304) Analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza (tais como tecnologias do DNA, tratamentos com células-tronco, neurotecnologias, produção de tecnologias de defesa, estratégias de controle de pragas, entre outros), com base em argumentos consistentes, legais, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista;

(EM13CNT305) Investigar e discutir o uso indevido de conhecimentos das Ciências da Natureza na justificativa de processos de discriminação, segregação e privação de

direitos individuais e coletivos, em diferentes contextos sociais e históricos, para promover a equidade e o respeito à diversidade;
(EM13CNT306) Avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza, para justificar o uso de equipamentos e recursos, bem como comportamentos de segurança, visando à integridade física, individual e coletiva, e socioambiental, podendo fazer uso de dispositivos e aplicativos digitais que viabilizem a estruturação de simulações de tais riscos. (BNCC, 2018, p. 559 - 560)

Acredita-se que as propostas de sequência didática, bem como do jogo, são muito interessantes e necessárias para todos os docentes de Biologia que buscam levar o conhecimento da Biotecnologia e sua importância para os alunos. Juntos, eles demonstram a segurança dos sistemas de investigação criminal e levam ao conhecimento geral de que é uma ciência capaz de auxiliar a população como um todo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, Leonardo Carvalho; COSTA, Heron Salazar; **Ensino de biotecnologia:** um panorama de suas abordagens no país da biodiversidade. South American Journal of Basic Education, Technical and Technological, [S. l.], v. 7, n. 2, p. 816–835, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufac.br/index.php/SAJEBTT/article/view/3669>. Acesso em: 8 jul. 2022.

BACHELARD, Gaston; **A formação do espírito científico:** Uma contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996. 309 p.

BRAGA, Rodrigo Gomes; **Kronus:** refletindo sobre a construção de um jogo com viés investigativo. Experiências em Ensino de Ciências, Cuiabá, v. 08, n. 2, p. 1-19, ago. 2013. Disponível em: < https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID206/v8_n2_a2013.pdf > . Acesso em: 01 nov. 2020.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular.** P. Brasília, DF: 2018. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br>> . Acesso em: 10 jul. 2022.

BRASIL. **Orientações curriculares para o ensino médio – volume 2:** Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias / Secretaria de Educação Básica, Brasília : Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2006. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf>. Acesso em 01 nov. 2020.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais,** Brasília: MEC/SEF, 2000. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>>. Acesso em 01 nov. 2020.

BRITO, Liliane Oliveira de; FIREMAN, Elton Casado; **Ensino de ciências por investigação:** uma proposta didática “para além” de conteúdos conceituais. Experiências em Ensino de Ciências, Cuiabá, v. 13, n. 5, p. 462-479, dez. 2018. Disponível em: <https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID552/v13_n5_a2018.pdf> . Acesso em: 01 nov. 2020.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (org.); **Ensino de Ciências por Investigação**: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2019. 152 p.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de; SASSERON, Lúcia Helena; **Ensino de Física por investigação**: referencial teórico e as pesquisas sobre as sequências de ensino sobre calor e temperatura. Ensino em Re-Vista, [S.L.], v. 22, n. 2, p. 249-266, 15 dez. 2015. EDUFU - Editora da Universidade Federal de Uberlândia. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.14393/er-v22n2a2015-1>>. Acesso em 01 nov. 2020.

GENÉTICA NA ESCOLA. São Paulo: Eliana Maria Beluzzo Dessen (Ib-Usp), v. 13, n. 2, 2018. Semestral. Disponível em: <https://www.geneticaaescola.com/>. Acesso em: 10 jul. 2022.

GRÜBEL, Joceline Mausolff; BEZ, Marta Rosecler; **Jogos Educativos**. Renote, [S.L.], v. 4, n. 2, p. 1-7, 22 dez. 2006. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.22456/1679-1916.14270>>. Acesso em 01 nov. 2020.

KLEIN, Tânia Aparecida da Silva; **Perspectiva semiótica sobre o uso de imagens na aprendizagem significativa do conceito de biotecnologia por alunos do ensino médio**. 2011. 201 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ensino de Ciências e Educação Matemática, Ciências Exatas e da Terra, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2011. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.uel.br/document/?code=vtls000164623>>. Acesso em: 01 nov. 2020.

MILLARD, George Henry; **Aspectos científicos, técnicos, éticos e legais do DNA Forense**. 2014. 124 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós Graduação em Biotecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/7811/TeseGHM.pdf?sequence=3&isAllo wed=y>. Acesso em: 08 jul. 2022.

MOURA, Joseane; DEUS, Maria do Socorro Meireles de; GONÇALVES, Nilda Masciel Neiva; PERON, Ana; **Biologia/Genética**: o ensino de biologia, com enfoque a genética, das escolas públicas no brasil :: breve relato e reflexão. Seminário: Ciências Biológicas e da Saúde, [S.L.], v. 34, n. 2, p. 167, 19 dez. 2013. Universidade Estadual de

Londrina. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0367.2013v34n2p167>. Acesso em 08 jul. 2022.

PEDRANCINI, Vanessa Daiana; CORAZZA-NUNES, Maria Júlia; GALUCH, Maria Terezinha Bellanda; MOREIRA, Ana Lúcia Olivo Rosas; RIBEIRO, Alessandra Cláudia; **Ensino e aprendizagem de Biologia no ensino médio e a apropriação do saber científico e biotecnológico**. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, v. 6, n. 2, p. 299-309, 2007. Disponível em: https://reec.uvigo.es/volumenes/volumen6/ART5_Vol6_N2.pdf. Acesso em 08 jul. 2022.

PLATAFORMA CANVA. Disponível em: <https://www.canva.com/>. Acesso em: 09 jul. 2022.

PLATAFORMA WORLD CLOUDS. Disponível em: <https://www.wordclouds.com>. Acesso em 09 jul. 2022.

PRADO, Isabel Cristina de Oliveira Melo do; FIGUEIREDO, Josiane Aparecida Gomes; **Prática e Reflexões Sobre a Biotecnologia no Terceiro Ano do Ensino Médio do CERP – Morretes/PR**. In: PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. Superintendência de Educação. Os Desafios da Escola Pública Paranaense na Perspectiva do Professor PDE, 2016. Curitiba: SEED/PR., 2018. V.1. (Cadernos PDE). Disponível em: http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2016/2016_artigo_bio_unespar-paranagua_isabelcristinadeoliveiramelodoprado.pdf . Acesso em 01 mar.2022. ISBN 978-85-8015-093-3

SALVATI, Caroline. **Profissão Biotec**. Disponível em: <https://profissaobiotec.com.br/>. Acesso em: 08 jul. 2022.

SANTOS, Juliana. **Testes de DNA**: Veja como são realizados. 2017. Disponível em: <https://blogdoenem.com.br/biologia-enem-testes-dna/>. Acesso em: 09 jul. 2022.

SCARPA, Daniela Lopes; SILVA, Maria Batistoni. **A Biologia e o ensino de Ciências por investigação**: dificuldades e possibilidades. in: CARVALHO, Anna Maria

Pessoa de (org.). Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2019. p. 129-152.

UNESCO. **O ensino de ciências: O futuro em risco**. Brasília: Unesco, 2005. Disponível em: <<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000139948>>. Acesso em 01 nov. 2020.

WERLE, Flávia Obino Corrêa; BRITTO, Lenir Marina Trindade de Sá; COLAU, Cinthia Merlo. Espaço escolar e história das instituições escolares. Revista Diálogo Educacional, [S.L.], v. 7, n. 22, p. 147, 17 jul. 2007. Pontifícia Universidade Católica do Paraná - PUCPR. <http://dx.doi.org/10.7213/rde.v7i22.4189>. Disponível em: <https://periodicos.pucpr.br/dialogoeducacional/article/view/4189/4108>. Acesso em: 31 mar. 2022.

6. ANEXOS

6.1. Declaração de direitos autorais

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 **INVESTIGAÇÃO CRIMINAL – SEQUÊNCIA DIDÁTICA E JOGO DE ESTRATÉGIA COLABORATIVA QUE DESENVOLVEM CONHECIMENTOS EM BIOTECNOLOGIA**, não infringem os dispositivos da Lei n.º 9.610/98, nem o direito autoral de qualquer editora.

Campinas, 26 de setembro de 2022

Assinatura : 
Nome do(a) autor(a): **Cibele Ramos Rocha**
RG n.º 29703550-2

Assinatura : 
Nome do(a) orientador(a): **Profa. Anete Pereira de Souza**
RG n.º 8680325-6

6.2. Declaração de Bioética e Biossegurança

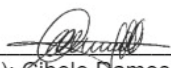


COORDENADORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO
INSTITUTO DE BIOLOGIA
Universidade Estadual de Campinas
Caixa Postal 6109, 13083-970, Campinas, SP, Brasil
Fone (19) 3521-6378. email: cpgib@unicamp.br



DECLARAÇÃO

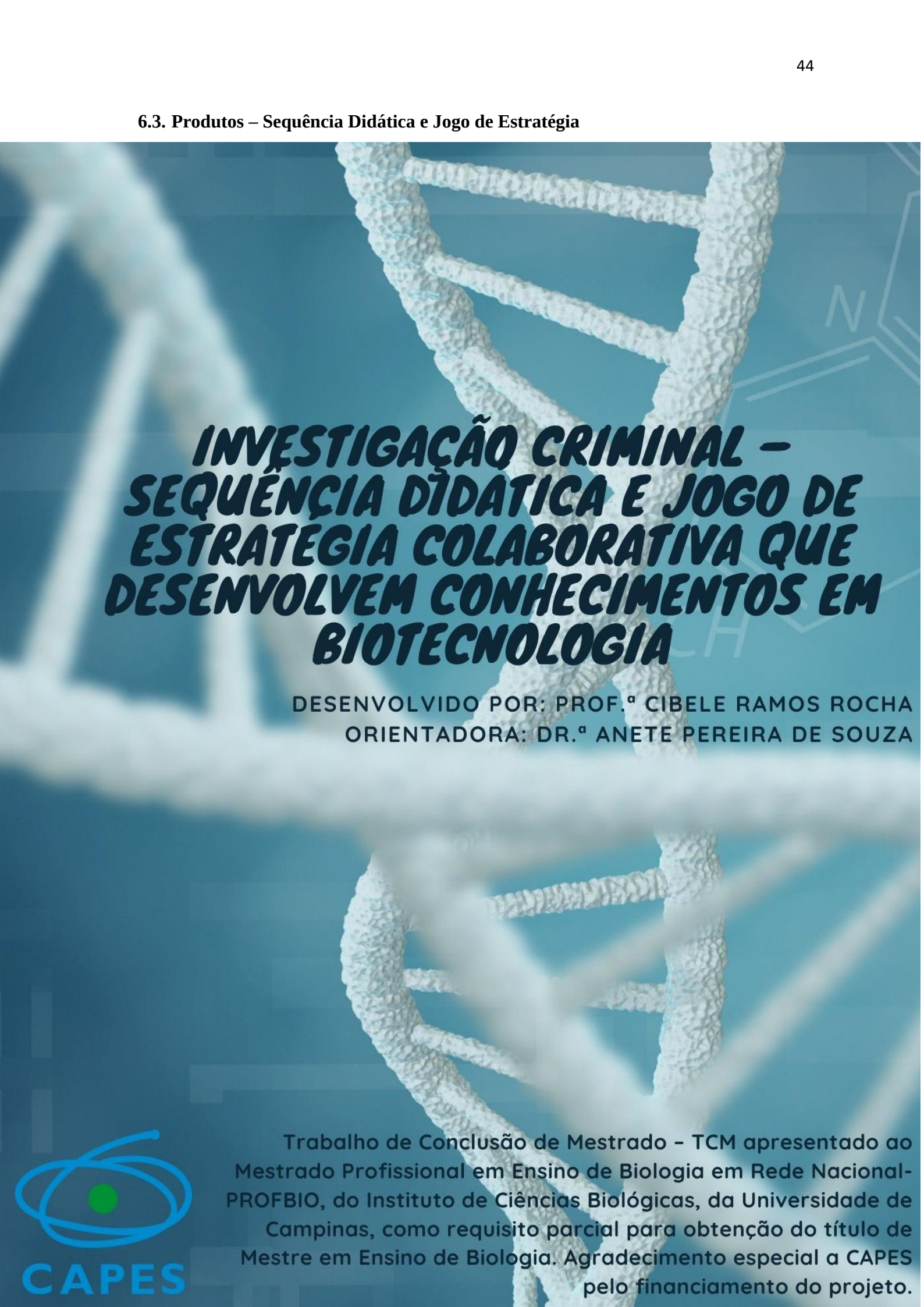
Em observância ao §5º do Artigo 1º da Informação CCPG-UNICAMP/001/15, referente a Bioética e Biossegurança, declaro que o conteúdo de minha Dissertação de Mestrado, intitulada “**INVESTIGAÇÃO CRIMINAL – SEQUÊNCIA DIDÁTICA E JOGO DE ESTRATÉGIA COLABORATIVA QUE DESENVOLVEM CONHECIMENTOS EM BIOTECNOLOGIA**”, desenvolvida no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia em Rede Nacional do Instituto de Biologia da Unicamp, não versa sobre pesquisa envolvendo seres humanos, animais ou temas afetos a Biossegurança.

Assinatura: 
Nome do(a) aluno(a): Cibele Ramos Rocha

Assinatura: 
Nome do(a) orientador(a): Anete Pereira de Souza

Data: 29/09/2022

6.3. Produtos – Sequência Didática e Jogo de Estratégia



INVESTIGAÇÃO CRIMINAL – SEQUÊNCIA DIDÁTICA E JOGO DE ESTRATÉGIA COLABORATIVA QUE DESENVOLVEM CONHECIMENTOS EM BIOTECNOLOGIA

DESENVOLVIDO POR: PROF.^a CIBELE RAMOS ROCHA
ORIENTADORA: DR.^a ANETE PEREIRA DE SOUZA



Trabalho de Conclusão de Mestrado – TCM apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional-PROFBIO, do Instituto de Ciências Biológicas, da Universidade de Campinas, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia. Agradecimento especial a CAPES pelo financiamento do projeto.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	46
1. SEQUÊNCIA DIDÁTICA: COMO A BIOTECNOLOGIA PODE AJUDAR A DESVENDAR CRIMES	48
2. JOGO: QUEM MATOU AMELIA STONEHEART?.....	54
3. ANEXOS	60

APRESENTAÇÃO

Olá, docente! Como profissional da educação, sabemos que enfrentamos inúmeras dificuldades para desenvolver nosso trabalho com qualidade e de forma efetiva em todas as cidades brasileiras. Sabemos, também, que os estudantes relutam e possuem dificuldade de compreensão de conteúdos complexos e científicos, principalmente em momentos históricos como os últimos anos, afinal os anos de 2020 nos trouxeram um problema mundial, uma pandemia, que trouxe à tona tantos assuntos relacionados a ciência e a biotecnologia como nunca houvera na história de vida da civilização humana.

Assim, compreendemos que vivemos épocas em que, mais do que tudo, a ciência precisa ser estudada e compreendida pelo público em geral, para que a sociedade perceba que todos os indivíduos fazem ciência todos os dias, em várias situações cotidianas. Justamente por isso, faz-se necessária a criação de atividades e práticas educativas na área de ciências que permitam essa visão mais esclarecida aos nossos estudantes, que ainda permanecem curiosos e dedicados ao ofício do aprender.

A partir de uma vivência na educação e de uma pesquisa bibliográfica desenvolvida no programa de mestrado (PROFBIO), na Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), entre os anos de 2020 e 2022, houve uma percepção da necessidade de atividades mais lúdicas e divertidas para a compreensão de conteúdos relacionados à Biotecnologia, afinal a abordagem desse tema requer uma vasta gama de conhecimentos e conceitos construídos anteriormente por parte dos alunos, fazendo com que os mesmos acessem diferentes ferramentas cognitivas para que haja efetiva compreensão.

Um assunto tão atual como a Biotecnologia pode proporcionar aos estudantes um aprofundamento em questões mais relevantes ainda dentro do tema, como a Biotecnologia Forense, assunto curioso e foco de interesse de muitos seriados e filmes na mídia atual, além de provocar o interesse dos jovens alunos de Ensino Médio.

Esse material conta com uma sequência didática, direcionada à pesquisa e ao aprofundamento dos conhecimentos relacionados a Biotecnologia Forense, e um jogo, que complementa a atividade, permitindo que o aluno coloque em ação a compreensão dos conteúdos estudados tanto em pesquisa como anteriormente em sala de aula. De maneira lúdica e menos abstrata possível, este material pode ser uma ferramenta bastante útil para professores e alunos, facilitando o processo de ensino-aprendizagem e permitindo a realização de uma atividade divertida e descontraída.

O material foi desenvolvido a partir da realidade de muitas escolas públicas no país, tanto quanto à estrutura quanto à disponibilidade de diversas opções de formas de produção de material. Por isso, o material requer pouco recurso financeiro para sua produção, porém trás consigo a ideia e práticas diferentes que podem ser realizadas para sua aplicação.

Ainda de forma a tornar o conteúdo mais acessível e prático, o jogo conta com um manual em formato de vídeo, com link disponibilizado em plataforma livre, para que os docentes interessados possam assistir e compreender melhor as técnicas de aplicação, bem como tirar possíveis dúvidas, colocando em prática esta atividade diferenciada com suas turmas de segundos e terceiros anos do Ensino Médio.

Convido, então, todos vocês a se inteirar do material, conhecer sua estrutura, suas peças e suas formas de aplicação, quebrando alguns paradigmas e compreendendo que existem formas diferentes de aprender a fazer ciência.

1. SEQUÊNCIA DIDÁTICA: COMO A BIOTECNOLOGIA PODE AJUDAR A DESVENDAR CRIMES

Recursos: Quadro branco, Data Show, Computador ou Notebook, Internet, Questionários impressos – a quantidade depende do número de alunos na turma, papel e caneta para todos os alunos, laboratório de informática (ou disponibilização de internet para que os alunos possam pesquisar), sala multiuso ou biblioteca.

Estratégias: Diagnóstico, pesquisas, anotações e debate.

Metodologia: Ensino por investigação

1. **Público-alvo:** Estudantes do 2º ou 3º ano do Ensino Médio (de acordo com a nova BNCC)

2. Conteúdo estruturante:

2.1. Conteúdo básico:

- Biotecnologia e bioética
- Engenharia genética: métodos, técnicas e aplicações.

2.2. Conteúdos Específicos:

- Biotecnologia forense
- O que são amostras biológicas
- Extração de DNA
- Reação em cadeia da polimerase (PCR)
- Padrão de Referência de PCR (RT PCR)
- Reação de restrição
- Eletroforese
- Exames de paternidade
- DNA *fingerprint*

3. Objetivos de aprendizagem

- Compreender a biotecnologia e seus usos na sociedade;

- Conhecer a tecnologia forense e a importância do uso da biotecnologia para tais análises;
- Identificar modelos explicativos, dados e resultados experimentais, avaliando-os e justificando suas conclusões no enfrentamento de situações problemas;
- Desenvolver métodos de comunicação e apresentação;
- Comprovar dados através de evidências e pesquisas;
- Interpretar textos de divulgação científica;
- Analisar e debater situações controversas relacionadas aos conhecimentos científicos;
- Investigar e discutir o uso das biotecnologias e banco de dados biológicos;
- Valorizar a pesquisa científica, bem como a biotecnologia, e sua importância para a sociedade moderna.

4. Número de aulas: 04 aulas de 50 minutos.

5. Etapas da sequência didática:

1º encontro (2 aulas de 50 min):

Aplicação do questionário diagnóstico para reconhecimento do conhecimento prévio dos estudantes sobre a investigação criminal e qual a sua relação com a biotecnologia. O questionário deve ser aplicado em uma aula apenas, possibilitando para o professor a verificação do conhecimento prévio do aluno e, dessa forma, poderá preparar o conteúdo a ser abordado de acordo com o observado.

Tabela 01: Modelo de questionário sugerido (adaptado de http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2016/2016_artigo_bio_unespar-paranagua_isabelcristinadeoliveiramelodoprado.pdf).

Conceito Opinião	Concordo	Talvez eu concorde	Não concordo
Todos os organismos apresentam DNA.			

Os cromossomos são formados por DNA associados à proteínas.			
O DNA é formado por duas cadeias de nucleotídeos que ficam pareadas através das bases nitrogenadas.			
A estrutura química do DNA contém açúcar (desoxirribose), base nitrogenada e fosfato.			
A composição química do DNA é diferente entre as espécies.			
A Biotecnologia e seus processos fazem parte apenas da história moderna do homem.			
Exames de DNA com amostras de sangue são mais confiáveis do que os realizados com qualquer outro tecido biológico.			
Exames de DNA são utilizados apenas para reconhecimento de paternidade.			
A eletroforese é muito utilizada e tem papel importante na análise laboratorial e em pesquisas científicas.			
Eletroforese permite realizar a separação de macromoléculas como DNA, RNA, proteínas e enzimas com tamanhos e cargas diferentes.			
A eletroforese em gel é uma técnica usada para separar fragmentos de DNA de acordo com seu tamanho.			
A Genética Forense é muito utilizada na criminalística para o confronto de vestígios biológicos de indivíduos envolvidos em um crime.			
O uso de DNA em investigações criminais requer a coleta de amostras de DNA das cenas dos crimes.			
São exemplos de material biológico que contém DNA: sêmen, sangue, saliva, cabelos e unhas.			
Desde 2012 o Brasil está entre as nações que possuem um Banco Nacional de Perfis Genéticos.			
A Genética Forense investiga também outra área, a da identificação, em casos pessoas desaparecidas ou cadáveres que não são identificados de outra forma.			
Faz parte do Banco de Dados de Perfis Genéticos, além do DNA, possui dados como impressão digital ou exames dentários ou antropométricos.			
O profissional que realiza a perícia criminal só pode ser um biotecnologista.			

A Lei nº 12.654, de 28 de maio de 2012 cria um banco de DNA para identificação genética de condenados por crimes violentos como homicídio, extorsão mediante sequestro, estupro, entre outros.			
--	--	--	--

Para preparação docente para aplicação do questionário e possíveis dúvidas, é importante que faça a leitura de alguns materiais, como o trabalho acima citado (referência utilizada no questionário) e o blog Profissão Biotec (<https://profissaobiotec.com.br/>), que conta com informações e apoio à pesquisa, inclusive com um programa de monitoria e recurso de enviar suas dúvidas.

Ao terminar a aplicação do questionário, o professor deverá entrar com a situação problema, a questão disparadora: “Como a Biotecnologia pode auxiliar na investigação criminal?”. Ao lançar o questionamento, o docente solicita que os estudantes digam palavras que vêm em mente ao se tocar nesse assunto. Dessa forma, o professor propõe a criação de uma nuvem de palavras, que poderá ser produzida em tempo real, utilizando a plataforma gratuita *WorldClouds* (<https://www.wordclouds.com>), fazendo uso de um computador conectado a internet e ligado ao Data Show, exibindo o resultado aos alunos.

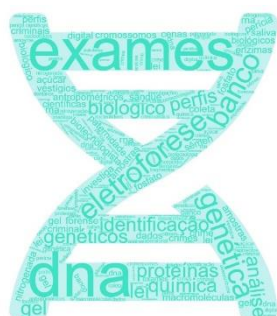


Figura 01: Modelo de nuvem de palavras criado com a plataforma WorldClouds utilizando algumas palavras presentes no questionário diagnóstico.

Com os resultados dos questionários e a nuvem de palavras criadas estudantes, o docente compreenderá melhor os conhecimentos que os alunos já possuem, adaptando, assim, as próximas atividades que serão realizadas com mais tranquilidade. O professor pode se aprofundar um pouco mais na pesquisa no período que separa o primeiro encontro do próximo, para, então, auxiliar os discentes na busca do conhecimento para a realização das próximas etapas investigativas.

De acordo com o diagnóstico, havendo a necessidade, o docente poderá solicitar alguns assuntos mais básicos para serem pesquisados ou até retomar conteúdos que, por vezes, não ficaram tão claros em determinado momento, embasando, dessa forma, a pesquisa que o estudante deverá realizar na próxima etapa.

2º encontro (2 aulas de 50 min):

Nesta etapa, os alunos deverão ser divididos em 10 equipes na sala, que terão tarefas a realizarem juntos até o fim dos trabalhos. Separadamente, cada equipe deverá se aprofundar no tema principal, que é a Biotecnologia forense, pesquisando em laboratório de informática e/ou biblioteca disponível na escola, os seguintes tópicos:

- O que é Biotecnologia Forense?
- Quais os tipos de crimes que podem ser solucionados e/ou auxiliados pela biotecnologia?
- Somente crimes podem ser solucionados usando esse tipo de biotecnologia?
- O que são amostras biológicas?
- Quais os testes genéticos que podem ser utilizados?
- O que é PCR, RT PCR, enzima de restrição e eletroforese?
- O que é DNA *fingerprint*?
- Quais as principais fontes de material genético e que tipo de DNA poderia ser utilizado em testes?
- Análise de casos reais em que a Biotecnologia forense foi utilizada e seus resultados.

Recomenda-se que o docente oriente a busca em sites confiáveis, publicações de jornais e revistas, de preferência, científicas. Como já citado anteriormente, indico o blog Profissão Biotec (<https://profissaobiotec.com.br/>) que pode ser bastante interessante, por conter informações pertinentes e ser idealizado e atualizado por profissionais da área de biotecnologia. Contém uma linguagem simples e adequada a idade dos estudantes de Ensino Médio, o que permite maior compreensão do conteúdo abordado apenas com suas pesquisas. Porém, como os exames de DNA são abordados nos principais vestibulares do país, sites e blogs relacionados aos estudos preparatórios para essas provas também são fontes de informações relevantes, assim como vídeos de diversos e famosos professores de biologia.

Cada uma das equipes deverá pesquisar todos os temas para que possam se aprofundar no assunto no período de aproximadamente uma aula. A pesquisa será realizada para conhecimento e aprofundamento do assunto Biotecnologia Forense e sua função, por tanto, quanto mais informações os estudantes verificarem durante sua pesquisa, mais temas poderão ser abordados no debate.

É importante que o professor acompanhe as pesquisas das equipes em tempo real, por isso as aulas seriam usadas para tal finalidade, assim o professor pode julgar o material que estão utilizando em consulta e, também, orientar os alunos como realizar uma pesquisa bem estruturada e com confiabilidade. Ao fim da pesquisa, a turma toda deverá se reunir em círculo, onde poderão discutir os aspectos pesquisados, com interferência docente quando se fizer necessário, para melhor interpretação dos dados de sua pesquisa.

Ao fim do debate, o professor deverá avisar aos estudantes que esta atividade não será encerrada neste momento apenas, pois ela conta com um jogo de finalização. Dessa forma, apresentar a proposta de atividade lúdica para a próxima aula, que deverá manter a equipe de trabalho e realizar a solução de um crime fictício, num jogo semelhante ao conhecido jogo de tabuleiro “Detetive”, porém será uma ação que os estudantes deverão percorrer todos os espaços da escola. Assim, com um planejamento antecipado, os estudantes estarão cientes de deverão chegar preparados para a próxima etapa, dispostos para participar do jogo.

Sugestão para avaliação desta etapa:

Os estudantes poderão ser avaliados pela participação na pesquisa e no debate.

2. JOGO: QUEM MATOU AMELIA STONEHEART?

O conhecimento em biotecnologia pode ajudar a desvendar um crime. Esse é o tema principal do jogo “Quem matou Amelia Stoneheart?”, que permite que o estudante vivencie uma atividade lúdica e investigativa, onde ele precisará buscar as evidências de um crime fictício ocorrido num ambiente da escola, fazendo com que percorra, em grupos, os ambientes escolares e encontre pistas e dicas que levam a outros locais.

Para melhor compreensão da forma de aplicação do jogo, foi criado um vídeo explicativo, disponibilizado na plataforma Youtube, onde também é possível escrever para a autora da atividade e tirar suas dúvidas (<https://youtu.be/hhKhjVNg3jU>).

Recursos:

Para a produção do jogo: Papel Color Set em 10 cores: Azul escuro, vermelho, rosa, amarelo, preto, marrom, verde, branco, laranja e azul celeste, aproximadamente 20 folhas de sulfite para impressão, tesoura, cola, impressora, papel *contact*, fita adesiva, impressões das peças e textos do jogo.

Para a premiação: 1 caixa de bombons finos, 1 pacote de bombons de boa qualidade, 1 caixa de bombons mistos, 7 pacotes de balas e/ou doces mais simples.

Para a execução do jogo: os espaços a serem utilizados na escola deverão ser Pátio de entrada, Sala dos professores, Sala de português (linguagens), Auditório, Sala de multimeios, Cantina, Centro de Memória, Jardim, Refeitório, Quadra poliesportiva, Laboratório de informática.

Estratégias: Investigação, trabalho em equipe, divisão de tarefas e gerenciamento de dados.

Metodologia: Ensino por investigação com gamificação.

1. **Público-alvo:** Estudantes do 2º ou 3º ano do Ensino Médio (de acordo com a nova BNCC)

2. **Conteúdo estruturante:**

2.1. **Conteúdo básico:**

- Biotecnologia e bioética
- Engenharia genética: métodos, técnicas e aplicações.

2.2. Conteúdos Específicos:

- Biotecnologia forense
- O que são amostras biológicas
- Extração de DNA
- DNA *fingerprint*
- Exames de paternidade

3. Objetivos de aprendizagem:

- Interpretar dados para construir, avaliar e justificar conclusões;
- Elaborar hipóteses e solucionar problemas;
- Trabalhar em equipe, trocando informações pertinentes ao contexto;
- Trocar informações relevantes e comunicar-se com destreza;
- Interpretar textos, seguindo uma linha de raciocínio lógico;
- Buscar evidências, investigar e pesquisar para obtenção de respostas;
- Avaliar riscos em atividades cotidianas;
- Perseguir um objetivo comum em uma equipe de trabalho.

4. Número de aulas: 02 aulas de 50 minutos.

5. Objetivo do jogo

Descobrir quem foi o assassino da personagem principal utilizando pistas e evidências encontradas no decorrer da atividade.

6. Etapas do jogo:

Etapas 1 (10 minutos):

Mantendo as equipes propostas na sequência didática, os alunos deverão realizar uma leitura prévia do texto sobre Testes de DNA contido em: <https://blogdoenem.com.br/biologia-enem-testes-dna/> - os textos poderão ser impressões em folha sulfite comum ou lidos diretamente no link que pode ser disponibilizado pelo docente.

Tabela 02: Texto retirado de <https://blogdoenem.com.br/biologia-enem-testes-dna/>**Testes de DNA – Veja como são realizados. É Biologia no Enem.**

Você já deve ter ouvido falar sobre os testes de DNA. Normalmente estes testes são utilizados na espécie humana para testar a paternidade de alguém. Os testes foram criados pelo Professor Sir Alec John Jeffreys, o inventor da técnica de identificação por DNA, em 1985, para resolver problemas de paternidade, imigração, e investigações criminais.

Porém, a técnica de análise de DNA pode ter inúmeras outras aplicações práticas, como análises de parentescos evolutivos de populações de uma mesma espécie ou até mesmo de espécies diferentes. Mas, você tem ideia de como são realizados os testes de DNA?

Os Testes de DNA

Os testes de DNA já foram aplicados de diferentes maneiras: desde a identificação de paternidade até a resolução de crimes. O primeiro criminoso condenado a partir de provas analisadas com teste de DNA foi Colin Pitchfork, acusado de estuprar e matar duas adolescentes. Colin foi condenado à prisão perpétua em 1988 (...).

Que material pode ser coletado para fazer um teste de DNA?

Você deve estar pensando: “sangue, ué!”. Mas, não só o sangue é fonte de material genético. Afinal, qualquer célula do nosso corpo possui DNA em seu núcleo. Em geral, quando se coleta amostras para testes de paternidade, por exemplo, é feita uma raspagem da mucosa bucal do indivíduo, uma vez que as células epiteliais dessa região se descamam facilmente. Outros materiais podem ser utilizados também: amostras de pele, pelos (com raiz), saliva, esperma etc.

Como se faz o teste de DNA?

Você sabe que o DNA é composto de uma sequência de quatro nucleotídeos diferentes, certo? Estes nucleotídeos se diferenciam uns dos outros pelas suas bases nitrogenadas (adenina, timina, citosina e guanina). A sequência de bases nitrogenadas do DNA de um ser humano e de outro qualquer em uma população é muito semelhante – há apenas 0,1% de diferença. E, entre pais e filhos, essa diferença é ainda menor. Mas, existem alguns trechos específicos que podem variar bastante de pessoa para pessoa.

Etapa 2: (10 minutos) Breve explicação sobre a leitura indicada, estimulando a curiosidade do aluno sobre como são feitos os testes de DNA e fazendo com que percebam que semelhantes processos são feitos para análise criminal, lembrando-os da pesquisa e discussão realizada nas aulas anteriores. O docente deve explicar que iniciará o jogo e que os alunos deverão se locomover nas mesmas equipes que realizaram a leitura.

Dessa forma, o docente entrega um texto introdutório que conta a história da personagem principal do jogo, a Amelia Stoneheart. Este texto deverá estar impresso em folha colorida, permitindo a identificação da equipe com sua cor (as cores escolhidas devem seguir o material que o professor tiver disponível, preferivelmente devem ser impressos em folhas brancas, porém colados em papel *color set*, que possui grande variedade de cores).

Figura 02: texto contendo a história de Amelia.



História criada por: Cibeles Ramos Rocha

QUEM MATOU AMELIA STONEHEART

Amelia Stoneheart era uma poderosa associada e presidente da empresa Stoneheart Corporation, por possuir 55,5% das ações da empresa. Além de Amelia, existem mais dois associados, que são Noah Stoneheart (irmão da Amelia), e Sophie Lancaster (esposa de Noah).

Amelia possui, além de Noah, irmãos gêmeos, Olivia e Georgina, que nunca se interessaram pela direção da empresa e venderam suas ações para Amelia, que acabou ficando com a maior porcentagem. O tio de Amelia, o Sr. Arthur Stoneheart, não teve filhos, então vendeu suas ações para Noah, que ficou com 43,5% das ações, mas ao se casar com Sophie, dividiu suas ações com ela. Amelia era casada com Louis King Stoneheart e tinha 3 filhos, Emily, Thomas e Chloé, que mantiveram o sobrenome Stoneheart devido ao grau de importância da família. Os três filhos eram inicialmente herdeiros de Amelia, porém, devido a um desentendimento de Amelia com Emily há alguns anos, ela tinha sido retirada do testamento.

A vítima também tinha uma vida secreta. Ela tinha um caso com Alice Lennox, a recepcionista da empresa, que é casada com Charlotte Clifford. Anteriormente também tivera um caso com Benjamin Monroe, mas que havia sido finalizado na época em que se desentendeu com Emily, que também estava saindo com Benjamin.

Na vida profissional, Amelia não era uma pessoa muito fácil de lidar, houve alguns processos importantes que devem ser citados, como da funcionária de Tecnologia de Informação Isabella Fonn, que denunciou a presidente da empresa por corrupção e lavagem de dinheiro, porém perdeu o processo e ainda foi obrigada a indenizá-la por danos morais.

Por fim, Amelia foi encontrada morta na biblioteca, em uma cena que indica assassinato. Algumas pistas foram coletadas no local e enviadas para análise no laboratório de investigação criminal. A sua missão, agora, como investigador do crime, é descobrir os possíveis suspeitos e recolher amostras de seu DNA para serem enviados ao laboratório e realizar análise comparativa com o material encontrado na cena do crime. Os suspeitos estão espalhados em vários e diferentes locais deste prédio, cabe a você e sua equipe analisarem as pistas e se direcionarem aos locais prováveis, onde encontrarão os suspeitos e terão acesso a suas histórias.

Lembrem-se que todos são suspeitos, mesmo aqueles que parecem mais desinteressados na fortuna de Amelia.

Após a breve leitura do texto “Quem matou Amelia Stoneheart”, o professor deve anunciar: “O crime ocorreu na biblioteca. Para desvendar esse crime, direcionem-se até a cena do crime e comecem a busca por evidências, lembrando que as pistas são da mesma cor do texto entregue a vocês.” Assim, os estudantes se encaminham para a biblioteca e o jogo efetivamente começa.

Etapa 3: (1 hora) as equipes, juntas, encontram a cena do crime, onde haverá pistas coloridas (de acordo com a cor das equipes) que os levarão para outros locais da escola, onde são encontradas pistas sobre os suspeitos e direcionam ao próximo ponto de pista – sempre das cores de cada equipe, para que os alunos não retirem as evidências de outra equipe. A pista final deverá induzir as equipes ao “laboratório” (a sala deve ser grande o suficiente para comportar todas as equipes dentro do mesmo espaço, pois o restante da atividade será realizado neste local).

A organização e distribuição das pistas fica a critério docente, inclusive a possível alteração dos textos indicativos, de acordo com preferências ou especificidades do local de aplicação. Bem como os ambientes selecionados para a realização da atividade, que poderão ser selecionados de acordo com a disponibilidade deles para a realização da atividade.

Com as evidências todas em mãos, as equipes deverão ir até o professor, que será intitulado, neste momento, como “Banco de Amostras”. A equipe entrega a amostra ao professor e retira alguns exercícios de vestibulares e/ou Enem sobre o tema (propostos e escolhidos pelo, a equipe irá até o “Banco de Amostras” novamente e retirará os resultados dos exames de eletroforese (trechos do código genético) da vítima, do assassino que foi encontrado na cena do crime e dos suspeitos. A última imagem que o aluno deverá receber é a do trecho de DNA que corresponde ao sangue do assassino, encontrado no local do crime, dessa forma, os alunos deverão comparar o DNA encontrado na cena do crime e descubrem o assassino.

Etapa 4: (10-15 minutos) ao concluir a atividade do jogo, o professor deverá tecer alguns comentários sobre o decorrer da atividade e como o caso foi solucionado (ou não), tirando dúvidas sobre a atividade e verificando características científicas apresentadas. A equipe vencedora (que descobrir o assassino primeiro) será premiada com uma caixa de bombons (sugestão), as outras equipes deverão ser premiadas também, com prêmios que podem ser mais simples, mas simbolizando a participação efetiva de todos.

Sugestão para avaliação desta etapa:

Os estudantes poderão ser avaliados pela participação no jogo, bem como na sua capacidade de solucionar os exercícios propostos.

3. ANEXOS

Quadro 01: Modelo de questionário diagnóstico

Conceito \ Opinião	Concordo	Talvez eu concorde	Não Concordo
Todos os organismos apresentam DNA.			
Os cromossomos são formados por DNA associados à proteínas.			
O DNA é formado por duas cadeias de nucleotídeos que ficam pareadas através das bases nitrogenadas.			
A estrutura química do DNA contém açúcar (desoxirribose), base nitrogenada e fosfato.			
A composição química do DNA é diferente entre as espécies.			
A Biotecnologia e seus processos fazem parte apenas da história moderna do homem.			
Exames de DNA com amostras de sangue são mais confiáveis do que os realizados com qualquer outro tecido biológico.			
Exames de DNA são utilizados apenas para reconhecimento de paternidade.			
A eletroforese é muito utilizada e tem papel importante na análise laboratorial e em pesquisas científicas.			
Eletroforese permite realizar a separação de macromoléculas como DNA, RNA, proteínas e enzimas com tamanhos e cargas diferentes.			
A eletroforese em gel é uma técnica usada para separar fragmentos de DNA de acordo com seu tamanho.			
A Genética Forense é muito utilizada na criminalística para o confronto de vestígios biológicos de indivíduos envolvidos em um crime.			
O uso de DNA em investigações criminais requer a coleta de amostras de DNA das cenas dos crimes.			
São exemplos de material biológico que contém DNA: sêmen, sangue, saliva, cabelos e unhas.			

Desde 2012 o Brasil está entre as nações que possuem um Banco Nacional de Perfis Genéticos.			
A Genética Forense investiga também outra área, a da identificação, em casos pessoas desaparecidas ou cadáveres que não são identificados de outra forma.			
Faz parte do Banco de Dados de Perfis Genéticos, além do DNA, possui dados como impressão digital ou exames dentários ou antropométricos.			
O profissional que realiza a perícia criminal só pode ser um biotecnologista.			
A Lei nº 12.654, de 28 de maio de 2012 cria um banco de DNA para identificação genética de condenados por crimes violentos como homicídio, extorsão mediante sequestro, estupro, entre outros.			

Tabela 02: Texto para ser lido no início do jogo

Testes de DNA – Veja como são realizados. É Biologia no Enem. Você já deve ter ouvido falar sobre os testes de DNA. Normalmente estes testes são utilizados na espécie humana para testar a paternidade de alguém. Os testes foram criados pelo Professor Sir Alec John Jeffreys, o inventor da técnica de identificação por DNA, em 1985, para resolver problemas de paternidade, imigração, e investigações criminais. Porém, a técnica de análise de DNA pode ter inúmeras outras aplicações práticas, como análises de parentescos evolutivos de populações de uma mesma espécie ou até mesmo de espécies diferentes. Mas, você tem ideia de como são realizados os testes de DNA? Os Testes de DNA Os testes de DNA já foram aplicados de diferentes maneiras: desde a identificação de paternidade até a resolução de crimes. O primeiro criminoso condenado a partir de provas analisadas com teste de DNA foi Colin Pitchfork, acusado de estuprar e matar duas adolescentes. Colin foi condenado à prisão perpétua em 1988 (...). Que material pode ser coletado para fazer um teste de DNA? Você deve estar pensando: “sangue, ué!”. Mas, não só o sangue é fonte de material genético. Afinal, qualquer célula do nosso corpo possui DNA em seu núcleo. Em geral, quando se
--

coleta amostras para testes de paternidade, por exemplo, é feita uma raspagem da mucosa bucal do indivíduo, uma vez que as células epiteliais dessa região se descamam facilmente. Outros materiais podem ser utilizados também: amostras de pele, pelos (com raiz), saliva, esperma etc.

Como se faz o teste de DNA?

Você sabe que o DNA é composto de uma sequência de quatro nucleotídeos diferentes, certo? Estes nucleotídeos se diferenciam uns dos outros pelas suas bases nitrogenadas (adenina, timina, citosina e guanina). A sequência de bases nitrogenadas do DNA de um ser humano e de outro qualquer em uma população é muito semelhante – há apenas 0,1% de diferença. E, entre pais e filhos, essa diferença é ainda menor. Mas, existem alguns trechos específicos que podem variar bastante de pessoa para pessoa.

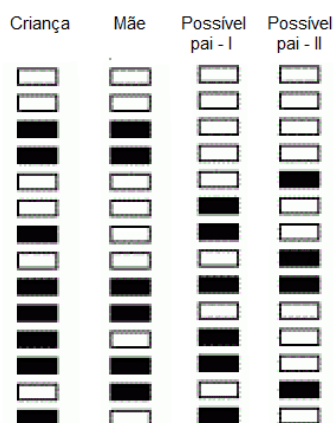
Assim, para analisar o parentesco de duas pessoas ou a similaridade entre duas amostras, a técnica utilizada será a DNA *fingerprint* ou impressão digital do DNA, que fornece alto grau de confiabilidade (99,99% de certeza). Para realizar este procedimento, primeiramente o DNA deverá ser extraído das células da amostra. Em seguida, o DNA será tratado com enzimas de restrição. Estas enzimas de restrição se ligam a determinadas sequências específicas de DNA e quebram o DNA em pedacinhos. Logo após, a amostra de DNA é colocada na extremidade de um gel e submetida a uma corrente elétrica (eletroforese).

Os pedacinhos de DNA são então atraídos para a outra extremidade do gel. Porém, as moléculas do próprio gel dificultam a passagem dos pedaços de DNA. Sendo assim, os fragmentos maiores migram mais lentamente que os menores. No fim do processo há a formação de um conjunto de “bandas” semelhante a um código de barras. Este processo é chamado de separação em gel por eletroforese.

Mas, no quê isso ajuda na identificação de um indivíduo ou em um teste de paternidade? Pense no seguinte: você é produto da união de um espermatozoide de seu pai com o óvulo da sua mãe. Portanto, 50% do seu DNA é semelhante ao da sua mãe e 50% ao do seu pai. Assim, quando o seu DNA e dos seus pais forem submetidos às mesmas enzimas de restrição, elas agirão em pontos semelhantes no seu DNA e de seus pais.

Assim, após colocar as três amostras em um gel e fazer a eletroforese, o seu DNA terá algumas bandas coincidentes com o DNA do seu pai e outras semelhantes ao DNA de sua mãe. Caso não haja coincidência entre as bandas, não se comprova a paternidade.

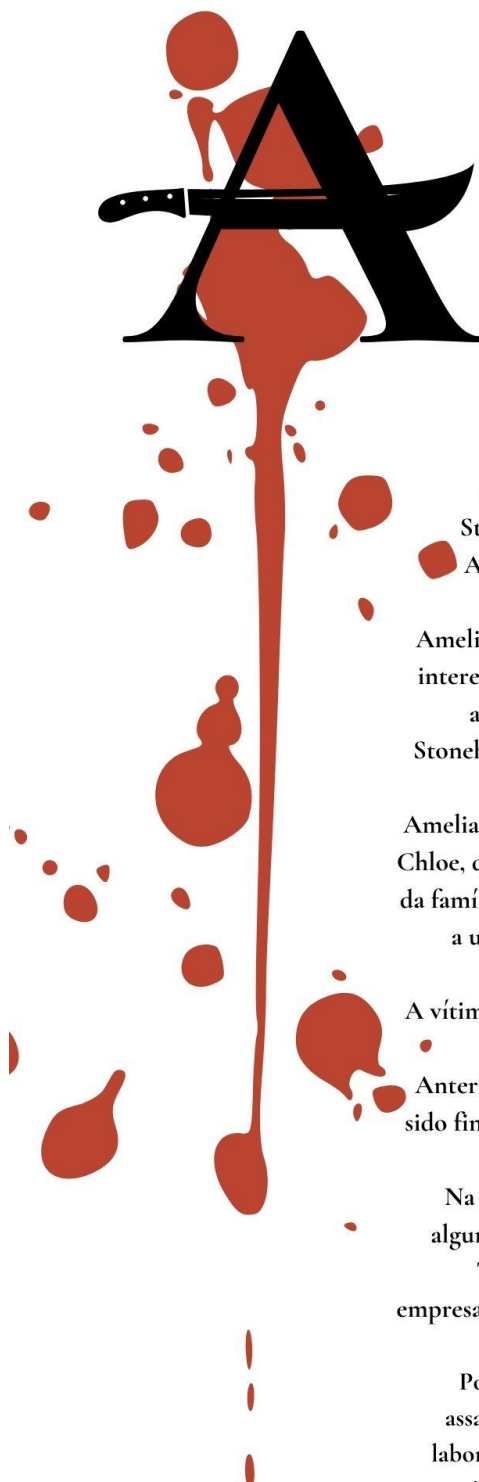
Para que você possa entender melhor, observe a imagem a seguir:



Esquema simulando um teste de paternidade por análise do DNA

Digamos que há dúvidas sobre o possível pai dessa criança. Então, o seu DNA, o de sua mãe e o dos dois possíveis pais é analisado. Como resultado, temos o padrão de bandas acima. Qual dos dois seria o pai mais provável? O pai I, pois há mais bandas coincidindo.

Figura 01: História da personagem principal do jogo (imprimir um para cada equipe participante da atividade e colar nos papéis coloridos):



História criada por: Cibele Ramos Rocha

QUEM MATOU AMELIA STONEHEART

Amelia Stoneheart era uma poderosa associada e presidente da empresa Stoneheart Corporation, por possuir 55,5% das ações da empresa. Além de Amelia, existem mais dois associados, que são Noah Stoneheart (irmão da Amelia), e Sophie Lancaster (esposa de Noah).

Amelia possui, além de Noah, irmãos gêmeos, Olivia e Georgina, que nunca se interessaram pela direção da empresa e venderam suas ações para Amelia, que acabou ficando com a maior porcentagem. O tio de Amelia, o Sr. Arthur Stoneheart, não teve filhos, então vendeu suas ações para Noah, que ficou com 43,5% das ações, mas ao se casar com Sophie, dividiu suas ações com ela. Amelia era casada com Louis King Stoneheart e tinha 3 filhos, Emily, Thomas e Chloe, que mantiveram o sobrenome Stoneheart devido ao grau de importância da família. Os três filhos eram inicialmente herdeiros de Amelia, porém, devido a um desentendimento de Amelia com Emily há alguns anos, ela tinha sido retirada do testamento.

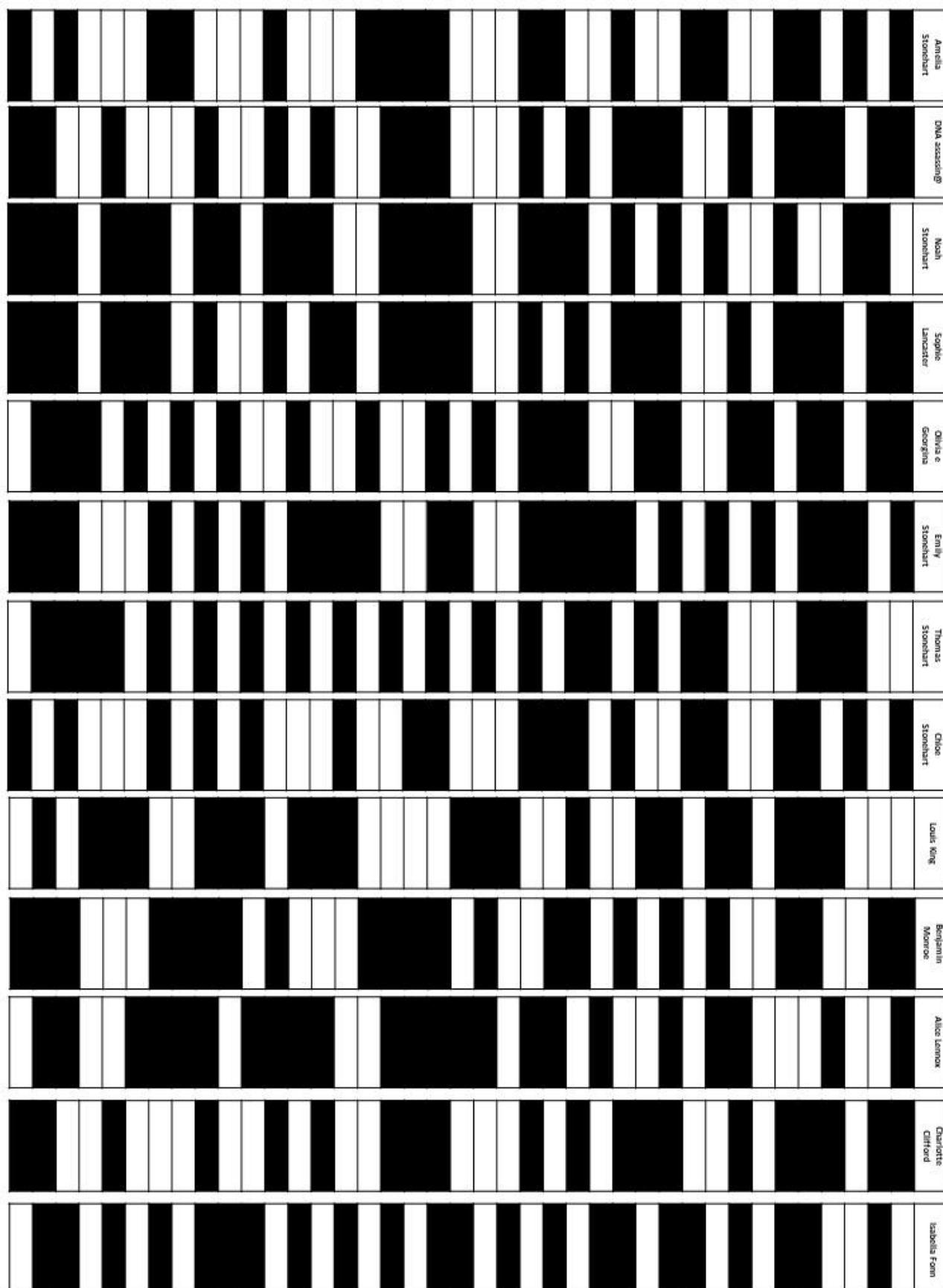
A vítima também tinha uma vida secreta. Ela tinha um caso com Alice Lennox, a recepcionista da empresa, que é casada com Charlotte Clifford. Anteriormente também tivera um caso com Benjamin Monroe, mas que havia sido finalizado na época em que se desentendeu com Emily, que também estava saindo com Benjamin.

Na vida profissional, Amelia não era uma pessoa muito fácil de lidar, houve alguns processos importantes que devem ser citados, como da funcionária de Tecnologia de Informação Isabella Fonn, que denunciou a presidente da empresa por corrupção e lavagem de dinheiro, porém perdeu o processo e ainda foi obrigada a indenizá-la por danos morais.

Por fim, Amélia foi encontrada morta na biblioteca, em uma cena que indica assassinato. Algumas pistas foram coletadas no local e enviadas para análise no laboratório de investigação criminal. A sua missão, agora, como investigador do crime, é descobrir os possíveis suspeitos e recolher amostras de seu DNA para serem enviados ao laboratório e realizar análise comparativa com o material encontrado na cena do crime. Os suspeitos estão espalhados em vários e diferentes locais deste prédio, cabe a você e sua equipe analisarem as pistas e se direcionarem aos locais prováveis, onde encontrarão os suspeitos e terão acesso a suas histórias.

Lembrem-se que todos são suspeitos, mesmo aqueles que parecem mais desinteressados na fortuna de Amélia.

Figura 02: resultados de eletroforese (imprimir um grupo desse para cada equipe participante da atividade e colar nos papéis coloridos)



Figuras 03 (A à O): Banco de questões de Vestibulares e Enem (imprimir um grupo de questões para cada equipe e colar nos papéis coloridos):

1

01. (UFRR) A "impressão digital do DNA" ou DNA fingerprinting, têm sido muito usada na medicina forense para a identificação de vítimas, criminosos e na confirmação de paternidades. Esse exame baseia-se na identificação de trechos do DNA cujas seqüências repetidas de nucleotídeos são exclusivas para cada pessoa e transmitidas de pais para filhos de acordo com herança mendeliana. O resultado do teste, representado a seguir, contém padrões dessas marcas para uma determinada família. Com base nesse resultado assinale a alternativa, **INCORRETA**:

a) III é irmão biológico de I
 b) III não pode ser filho biológico deste casal
 c) II não é filho deste pai
 d) I é filho biológico do casal
 e) I, II e III possuem a mesma mãe

Mãe	Pai	I	II	III
—	—	—	==	—
—	—	—		—
—	==	—		—
==	—	==	—	—
—	—	—	==	—

A.

2

02. (UFOP MG) Sobre os modernos testes de paternidade, assinale o que for correto.

a) A probabilidade de erro nos testes de paternidade pelo exame do DNA, segundo alguns cientistas afirmam, é de cerca de 1 caso em 5 bilhões. Na prática, portanto, o exame pode ser considerado 100% seguro.

b) O mais moderno e preciso teste para determinar a paternidade é feito a partir do RNA do indivíduo.

c) Os únicos materiais utilizados para um teste de paternidade são o sangue e o esperma.

d) A comprovação da paternidade pelo exame do DNA é feita comparando-se as "impressões genéticas" dos pais e do filho. Caso as faixas de DNA do filho que equivalem às faixas da mãe forem idênticas às do suposto pai, comprova-se a paternidade.

B.

5

05. (UECE) O teste do DNA resolve praticamente todos os casos de paternidade duvidosa. Entretanto, o juiz estaria impossibilitado de decidir a partir do teste, caso a mãe tivesse mantido relações sexuais com homens diferentes que fossem:

- a) primos carnais, isto é, filhos resultantes do casamento de dois irmãos com duas irmãs.
- b) gêmeos monozigóticos.
- c) gêmeos fraternos.
- d) apenas irmãos.

E.

6

06. (UNESP) Moscas podem dizer onde, quando e como uma pessoa morreu.

As moscas são as principais estrelas de uma área relativamente nova no Brasil, a entomologia forense. ... A presença de insetos necrófagos em um cadáver pode dar pistas valiosas sobre a hora da morte ou o local do crime...

[Insetos Criminalistas. UNESP Ciência, setembro de 2009. Adaptado.]

Três crimes foram cometidos, e os cadáveres foram encontrados pela polícia no mesmo dia. Assim que encontrados, sobre eles foram obtidas as seguintes informações:

Crime 1

O cadáver foi encontrado na zona rural, apresentava larvas, mas não ovos, de uma espécie de mosca que só ocorre na zona urbana. Apresentava também ovos e larvas de uma espécie de mosca típica da zona rural. No solo ao redor do cadáver, não havia pupas dessas espécies.

Crime 2

O cadáver foi encontrado na zona urbana, em um matagal. No corpo havia ovos e larvas de moscas comuns na região, e pupas estavam presentes no solo ao redor do cadáver.

Crime 3

O cadáver foi encontrado na zona urbana, em área residencial, em um terreno pavimentado. Sobre o cadáver, moscas e baratas, poucos ovos, mas nenhuma larva encontrada.

A partir dos dados disponíveis sobre esses três crimes, e considerando-se que nos três casos as moscas apresentam ciclos de vida de mesma duração, pode-se dizer que, mais provavelmente,

- a) o crime 1 aconteceu na zona urbana, mas o cadáver foi removido para a zona rural vários dias depois do crime ter sido cometido. O cadáver permaneceu no local onde foi encontrado por não mais que um dia.
- b) os crimes 2 e 3 foram cometidos no mesmo dia, com intervalo de poucas horas entre um e outro. O crime 1 foi cometido dias antes dos crimes 2 e 3.
- c) os crimes 1 e 3 foram cometidos no mesmo dia, com intervalo de poucas horas entre um e outro. O cadáver do crime 1 foi removido do local do crime e ambos os crimes foram cometidos no máximo no dia anterior ao do encontro dos corpos.
- d) o crime 2 aconteceu vários dias antes do corpo ser encontrado e antes de terem sido cometidos os crimes 1 e 3. Estes últimos aconteceram também a intervalo de dias um do outro, sendo que o crime 1 foi cometido antes que o crime 3.
- e) o crime 3 foi cometido antes de qualquer outro, provavelmente em um matagal, onde o corpo permaneceu por alguns dias. Contudo, o corpo foi removido desse local e colocado no terreno pavimentado, poucas horas antes de ser encontrado.

F.

7

07. [UNCISAL AL] Atualmente, a biotecnologia tem sido usada como ferramenta na elucidação de várias situações. No teste de paternidade, é usado o exame de:

- a) RNA.
- b) sangue.
- c) hormônios.
- d) DNA.
- e) proteínas.

G.

8

08. [Unicastelo SP] Profissionais da polícia forense podem atuar como legistas. Suponha um acidente envolvendo várias pessoas, em que não era possível reconhecer os corpos. Para que seja feita a identificação dos mortos, pode-se utilizar a arcada dentária e, dependendo do estado no qual se encontram os corpos, é preciso examinar as células dessas pessoas. Quando os profissionais coletam essas células, é bem provável que eles façam análises:

- a) dos sais minerais e proteínas presentes no citosol e os comparem com os possíveis pais das vítimas.
- b) dos ribossomos presentes no citoplasma e verifiquem se são iguais aos dos possíveis pais.
- c) do DNA nuclear e o compare com o DNA mitocondrial da sua possível mãe.
- d) das mitocôndrias e as confrontem com aquelas presentes nas células do possível pai.
- e) de segmentos do DNA nuclear e os comparem com material genético de seus possíveis pais.

H.

9

09. (UFSC) No noticiário atual ou mesmo em séries de TV e novelas, tem sido frequente a referência aos "exames de DNA" ou "testes de DNA" para determinação de paternidade, identificação de criminosos ou de suas vítimas e mesmo de cadáveres. Com relação a estes testes e ao DNA, é CORRETO afirmar que:

- 01. nos testes de DNA, é necessário fazer o sequenciamento de todo o DNA presente na célula de um indivíduo para compará-lo com o DNA de outra pessoa.
- 02. para realizar este tipo de exame, é necessário coletar células sanguíneas, principalmente as hemácias, pela quantidade de DNA que estas apresentam.
- 04. nestes testes, é possível fazer exclusão de paternidade, pois um filho deve apresentar pelo menos um cromossomo de origem paterna.
- 08. exames de DNA podem ser utilizados para traçar semelhanças evolutivas entre espécies.
- 16. para realizar este tipo de teste, é necessário que o DNA seja "fragmentado" por enzimas especiais e depois analisado com o auxílio de microscópios.
- 32. os testes de DNA só são possíveis quando se comparam as sequências das bases nitrogenadas e a sequência das pentoses.

I.

10

10. (UNCISAL AL) A partir da década de 70, novas técnicas permitiram avanços na análise do DNA. Esse conjunto de técnicas, denominado de tecnologia do DNA recombinante, tem uma ampla aplicação em diferentes áreas da biotecnologia. As sentenças abaixo descrevem características de algumas dessas metodologias:

I. utilizada para obter várias cópias do mesmo fragmento de DNA;

II. utilizada para visualizar fragmentos de DNA;

III. utilizada para quantificar transcritos;

IV. utilizada para clivar o DNA em sítios específicos;

Qual a sequência correta das técnicas descritas nas sentenças acima?

a) I – PCR, II – Eletroforese, III – RT-PCR, IV – Reação de restrição

b) I – Reação de restrição, II – Eletroforese, III – RTPCR, IV – PCR

c) I – Eletroforese, II – PCR, III – Reação de restrição, IV – RT-PCR

d) I – RT-PCR, II – Reação de restrição, III – PCR, IV – Eletroforese

e) I – PCR, II – Reação de restrição, III – Eletroforese, IV – RT-PCR

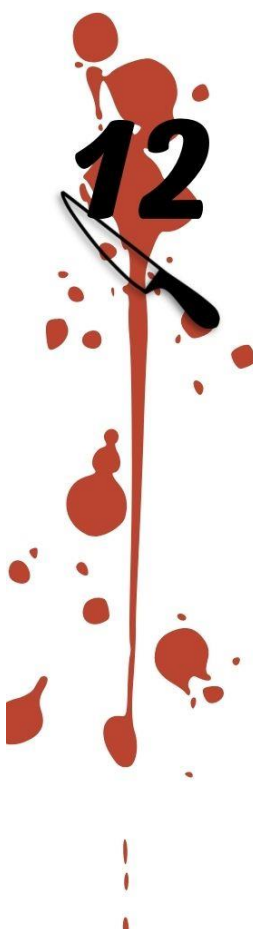
J.



11. (UFF RJ) Em um acidente, embora os corpos das vítimas fatais ficassem queimados e irreconhecíveis, foi possível preparar, a partir de fragmentos de tecidos, amostras de DNA nuclear e mitocondrial de todos os mortos. Faleceram no acidente dois filhos de uma senhora, cada um de um casamento diferente. Uma das formas possíveis de identificar os despojos dos filhos dessa senhora consiste em verificar se existe homologia do:

- a) DNA mitocondrial da senhora com o DNA mitocondrial das vítimas
- b) DNA mitocondrial da senhora com o DNA nuclear das vítimas
- c) DNA nuclear do marido e do ex-marido da senhora com o DNA mitocondrial das vítimas
- d) DNA mitocondrial do marido e do ex-marido da senhora com o DNA mitocondrial das vítimas
- e) DNA nuclear da senhora com o DNA mitocondrial das vítimas

K.



12. (UNITAU SP) A identificação de pessoas por meio de DNA fingerprint assemelha-se à técnica de papiloscopia (identificação por impressão digital), recebendo por isso o nome "impressão digital do DNA". Assim sendo, tem auxiliado nas análises e na solução de perícias forenses. Quanto a essa técnica, é CORRETO afirmar, EXCETO, que:

- a) na técnica são utilizadas sequências de DNA não codificantes, denominadas VNTRs, formadas por repetições de unidades compostas por poucos nucleotídeos.
- b) para obtenção de DNA a ser utilizado na técnica, devem ser obtidas células nucleadas, que garantirão a presença do material genético.
- c) para a comparação do DNA com a amostra, ou entre possíveis parentes, realiza-se a digestão deste por um mesmo tipo de enzima de restrição específica para a técnica.
- d) a técnica é realizada com amostras celulares que contenham DNA mitocondrial ou nuclear completo, para a identificação de paternidade, nos casos de estupro e assassinatos.
- e) a técnica é mais precisa que a tipagem sanguínea na análise forense, já que o uso de sistemas sanguíneos, resulta, habitualmente, apenas na exclusão de suspeitos.

L.

13

13. (ENEM) Na investigação de paternidade por análise de DNA, avalia-se o perfil genético da mãe, do suposto pai e do filho pela análise de regiões do genoma das pessoas envolvidas. Cada indivíduo apresenta um par de alelos, iguais ou diferentes, isto é, são homozigotos ou heterozigotos, para cada região genômica. O esquema representa uma eletroforese com cinco regiões genômicas [classificadas

de A a E], cada uma com cinco alelos (1 a 5), analisadas em uma investigação de paternidade: Quais alelos, na sequência das regiões apresentadas, o filho recebeu, obrigatoriamente, do pai?

- a) 2, 4, 5, 2, 4
- b) 2, 4, 2, 1, 3
- c) 2, 1, 1, 1, 1
- d) 1, 3, 2, 1, 3
- e) 5, 4, 2, 1, 1

Regiões genômicas	Possíveis alelos	Mãe	Filho	Pai
A	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
B	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
C	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
D	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
E	1			
	2			
	3			
	4			
	5			

M.

14

14. (UEA AM) Esqueletos abraçados há 6 mil anos são encontrados na Espanha

Os esqueletos foram descobertos em 2008, em San Fernando, na Espanha. Segundo antropólogos que analisaram os esqueletos, o indivíduo depositado à direita corresponde a um adulto com idade dental estimada entre 35 e 40 anos e o da esquerda corresponde a uma criança de 12 anos.

[www.bbc.com. Adaptado.]



Suponha que seja possível isolar o DNA mitocondrial de ambos os esqueletos e identificar suas sequências de bases. Se as sequências forem

- a) iguais, os esqueletos podem ser de mãe e filha, mas não de mãe e filho.
- b) iguais, os esqueletos podem ser de mãe e filha ou de mãe e filho.
- c) iguais, os esqueletos podem ser de pai e filho ou de pai e filha.
- d) diferentes, os esqueletos podem ser de pai e filha, mas não de pai e filho.
- e) diferentes, os esqueletos podem ser de irmãos de mesmo pai e de mesma mãe.

N.

15

15. (Unicamp) Dados genéticos podem ser utilizados para estudar populações de uma espécie no ambiente natural. Por exemplo, amostras de DNA podem ser coletadas para identificar espécies, estimar tamanhos populacionais ou identificar indivíduos. Um pesquisador coletou duas amostras de fezes em uma localidade na Índia e sequenciou parte do gene Gapdh dos DNAs extraídos a partir delas. Como resultado, foram obtidas as sequências abaixo (apenas uma das fitas do DNA é mostrada).

Amostra 1: 5' ACAGGATCCAATAACCCCGCAGGAATGGTG 3'

Amostra 2: 5' ACAGGATCCAATAACCCCTCACGAATGGTG 3'

As sequências da mesma região do gene Gapdh nos genomas do tigre de Bengala (*Panthera tigris*) e do leopardo (*Panthera pardus*) são:

Panthera tigris: 5' ACAGGATCCAATAACCCCGCAGGAATGGTG 3'

Panthera pardus: 5' ACAGGATCTAACAACCCCGCAGGAATAGTA 3'

a) De posse desses dados, responda: as amostras de fezes 1 e 2 pertencem, com maior probabilidade, a tigres de Bengala ou a leopardos? As amostras 1 e 2 pertencem ao mesmo indivíduo ou a dois indivíduos diferentes? Justifique sua resposta.

b) Um crítico argumentou que o trabalho do pesquisador não era válido, pois as sequências do gene nuclear Gapdh foram obtidas a partir de amostras de fezes. Segundo o crítico, material genético nuclear de felinos só poderia ser extraído com qualidade a partir de hemácias (eritrócitos) coletadas dos animais. Quem tem razão, o pesquisador ou o crítico? Justifique.

[Fonte: J. Bhagavatula e L. Singh. *BMC Genetics*, Londres, v. 7, p. 48, out. 2006.]

O.

Tabela 03: Questões do jogo com as respostas – Caso prefira, é possível editar as questões em outra formatação. Por isso, segue o texto com as respostas em vermelho, para facilitar a edição.

1. UFRR) A “impressão digital do DNA” ou DNA *fingerprinting*, têm sido muito usada na medicina forense para a identificação de vítimas, criminosos e na confirmação de paternidades. Esse exame baseia-se na identificação de trechos do DNA cujas sequências repetidas de nucleotídeos são exclusivas para cada pessoa e transmitidas de pais para filhos de acordo com herança mendeliana. O resultado do teste, representado a seguir, contém padrões dessas marcas para uma determinada família. Com base nesse resultado assinale a alternativa, INCORRETA:
 - a) III é irmão biológico de I
 - b) III não pode ser filho biológico deste casal
 - c) II não é filho deste pai

- d) I é filho biológico do casal
- e) I, II e III possuem a mesma mãe

2. (UFOP MG) Sobre os modernos testes de paternidade, assinale o que for correto.

a) A probabilidade de erro nos testes de paternidade pelo exame do DNA, segundo alguns cientistas afirmam, é de cerca de 1 caso em 5 bilhões. Na prática, portanto, o exame pode ser considerado 100% seguro.

b) O mais moderno e preciso teste para determinar a paternidade é feito a partir do RNA do indivíduo.

c) Os únicos materiais utilizados para um teste de paternidade são o sangue e o esperma.

d) A comprovação da paternidade pelo exame do DNA é feita comparando-se as “impressões genéticas” dos pais e do filho. Caso as faixas de DNA do filho que equivalem às faixas da mãe forem idênticas às do suposto pai, comprova-se a paternidade.

3. (UEM PR) O teste de paternidade foi um dos principais fatores de popularização da sigla DNA. Sobre as aplicações desse teste, assinale o que for correto.

01. O teste é possível porque enzimas de restrição reconhecem e cortam moléculas de DNA em fragmentos com determinadas seqüências de nucleotídeos.

02. O teste é possível porque analisa e compara fragmentos de DNA típicos de cada pessoa.

04. O teste é possível porque fragmentos de DNA presentes na criança estão presentes no DNA de um dos pais.

08. O teste é aplicável em casos nos quais os prováveis pais são gêmeos dizigóticos.

16. O teste não é aplicável em casos nos quais os prováveis pais são gêmeos univitelinos.

Resp: 31 (todas corretas)

4. (FUVEST) ***Teste de DNA confirma paternidade de bebê perdido no tsunami***

Um casal do Sri Lanka que alegava ser os pais de um bebê encontrado após o tsunami que atingiu a Ásia, em dezembro, obteve a confirmação do fato através de um exame

As moscas são as principais estrelas de uma área relativamente nova no Brasil, a entomologia forense. ... A presença de insetos necrófagos em um cadáver pode dar pistas valiosas sobre a hora da morte ou o local do crime...

(Insetos Criminalistas. UNESP Ciência, setembro de 2009. Adaptado.)

Três crimes foram cometidos, e os cadáveres foram encontrados pela polícia no mesmo dia. Assim que encontrados, sobre eles foram obtidas as seguintes informações:

Crime 1

O cadáver foi encontrado na zona rural, apresentava larvas, mas não ovos, de uma espécie de mosca que só ocorre na zona urbana. Apresentava também ovos e larvas de uma espécie de mosca típica da zona rural. No solo ao redor do cadáver, não havia pupas dessas espécies.

Crime 2

O cadáver foi encontrado na zona urbana, em um matagal. No corpo havia ovos e larvas de moscas comuns na região, e pupas estavam presentes no solo ao redor do cadáver.

Crime 3

O cadáver foi encontrado na zona urbana, em área residencial, em um terreno pavimentado. Sobre o cadáver, moscas e baratas, poucos ovos, mas nenhuma larva encontrada.

A partir dos dados disponíveis sobre esses três crimes, e considerando-se que nos três casos as moscas apresentam ciclos de vida de mesma duração, pode-se dizer que, mais provavelmente,

- a) o crime 1 aconteceu na zona urbana, mas o cadáver foi removido para a zona rural vários dias depois do crime ter sido cometido. O cadáver permaneceu no local onde foi encontrado por não mais que um dia.
- b) os crimes 2 e 3 foram cometidos no mesmo dia, com intervalo de poucas horas entre um e outro. O crime 1 foi cometido dias antes dos crimes 2 e 3.
- c) os crimes 1 e 3 foram cometidos no mesmo dia, com intervalo de poucas horas entre um e outro. O cadáver do crime 1 foi removido do local do crime e ambos os crimes foram cometidos no máximo no dia anterior ao do encontro dos corpos.

d) o crime 2 aconteceu vários dias antes do corpo ser encontrado e antes de terem sido cometidos os crimes 1 e 3. Estes últimos aconteceram também a intervalo de dias um do outro, sendo que o crime 1 foi cometido antes que o crime 3.

e) o crime 3 foi cometido antes de qualquer outro, provavelmente em um matagal, onde o corpo permaneceu por alguns dias. Contudo, o corpo foi removido desse local e colocado no terreno pavimentado, poucas horas antes de ser encontrado.

7. (UNCISAL AL) Atualmente, a biotecnologia tem sido usada como ferramenta na elucidação de várias situações. No teste de paternidade, é usado o exame de:

a) RNA.

b) sangue.

c) hormônios.

d) DNA.

e) proteínas.

8. (Unicastelo SP) Profissionais da polícia forense podem atuar como legistas. Suponha um acidente envolvendo várias pessoas, em que não era possível reconhecer os corpos. Para que seja feita a identificação dos mortos, pode-se utilizar a arcada dentária e, dependendo do estado no qual se encontram os corpos, é preciso examinar as células dessas pessoas. Quando os profissionais coletam essas células, é bem provável que eles façam análises:

a) dos sais minerais e proteínas presentes no citosol e os comparem com os possíveis pais das vítimas.

b) dos ribossomos presentes no citoplasma e verifiquem se são iguais aos dos possíveis pais.

c) do DNA nuclear e o compare com o DNA mitocondrial da sua possível mãe.

d) das mitocôndrias e as confrontem com aquelas presentes nas células do possível pai.

e) de segmentos do DNA nuclear e os comparem com material genético de seus possíveis pais.

9. (UFSC) No noticiário atual ou mesmo em séries de TV e novelas, tem sido frequente a referência aos “exames de DNA” ou “testes de DNA” para determinação de

paternidade, identificação de criminosos ou de suas vítimas e mesmo de cadáveres. Com relação a estes testes e ao DNA, é CORRETO afirmar que:

- 01. nos testes de DNA, é necessário fazer o sequenciamento de todo o DNA presente na célula de um indivíduo para compará-lo com o DNA de outra pessoa.
- 02. para realizar este tipo de exame, é necessário coletar células sanguíneas, principalmente as hemácias, pela quantidade de DNA que estas apresentam.
- 04. nestes testes, é possível fazer exclusão de paternidade, pois um filho deve apresentar pelo menos um cromossomo de origem paterna.

08. exames de DNA podem ser utilizados para traçar semelhanças evolutivas entre espécies.

16. para realizar este tipo de teste, é necessário que o DNA seja “fragmentado” por enzimas especiais e depois analisado com o auxílio de microscópios.

32. os testes de DNA só são possíveis quando se comparam as sequências das bases nitrogenadas e a sequência das pentoses.

Resp: 08 (somente 08 correta)

10. (UNCISAL AL) A partir da década de 70, novas técnicas permitiram avanços na análise do DNA. Esse conjunto de técnicas, denominado de tecnologia do DNA recombinante, tem uma ampla aplicação em diferentes áreas da biotecnologia. As sentenças abaixo descrevem características de algumas dessas metodologias:

- I. utilizada para obter várias cópias do mesmo fragmento de DNA;
- II. utilizada para visualizar fragmentos de DNA;
- III. utilizada para quantificar transcritos;
- IV. utilizada para clivar o DNA em sítios específicos;

Qual a sequência correta das técnicas descritas nas sentenças acima?

- a) I – PCR, II – Eletroforese, III – RT-PCR, IV – Reação de restrição
- b) I – Reação de restrição, II – Eletroforese, III – RTPCR, IV – PCR
- c) I – Eletroforese, II – PCR, III – Reação de restrição, IV – RT-PCR
- d) I – RT-PCR, II – Reação de restrição, III – PCR, IV – Eletroforese
- e) I – PCR, II – Reação de restrição, III – Eletroforese, IV – RT-PCR

11. (UFF RJ) Em um acidente, embora os corpos das vítimas fatais ficassem queimados e irreconhecíveis, foi possível preparar, a partir de fragmentos de tecidos, amostras

de DNA nuclear e mitocondrial de todos os mortos. Faleceram no acidente dois filhos de uma senhora, cada um de um casamento diferente. Uma das formas possíveis de identificar os despojos dos filhos dessa senhora consiste em verificar se existe homologia do:

a) DNA mitocondrial da senhora com o DNA mitocondrial das vítimas

b) DNA mitocondrial da senhora com o DNA nuclear das vítimas

c) DNA nuclear do marido e do ex-marido da senhora com o DNA mitocondrial das vítimas

d) DNA mitocondrial do marido e do ex-marido da senhora com o DNA mitocondrial das vítimas

e) DNA nuclear da senhora com o DNA mitocondrial das vítimas

12. (UNITAU SP) A identificação de pessoas por meio de DNA fingerprint assemelha-se à técnica de papiloscopia (identificação por impressão digital), recebendo por isso o nome “impressão digital do DNA”. Assim sendo, tem auxiliado nas análises e na solução de perícias forenses. Quanto a essa técnica, é CORRETO afirmar, EXCETO, que:

a) na técnica são utilizadas sequências de DNA não codificantes, denominadas VNTRs, formadas por repetições de unidades compostas por poucos nucleotídeos.

b) para obtenção de DNA a ser utilizado na técnica, devem ser obtidas células nucleadas, que garantirão a presença do material genético.

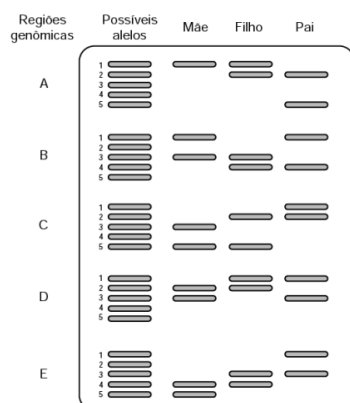
c) para a comparação do DNA com a amostra, ou entre possíveis parentes, realiza-se a digestão deste por um mesmo tipo de enzima de restrição específica para a técnica.

d) a técnica é realizada com amostras celulares que contenham DNA mitocondrial ou nuclear completo, para a identificação de paternidade, nos casos de estupro e assassinatos.

e) a técnica é mais precisa que a tipagem sanguínea na análise forense, já que o uso de sistemas sanguíneos, resulta, habitualmente, apenas na exclusão de suspeitos.

13. (ENEM) Na investigação de paternidade por análise de DNA, avalia-se o perfil genético da mãe, do suposto pai e do filho pela análise de regiões do genoma das pessoas envolvidas. Cada indivíduo apresenta um par de alelos, iguais ou diferentes, isto é, são homozigotos ou heterozigotos, para cada região genômica. O esquema

representa uma eletroforese com cinco regiões genômicas (classificadas de A a E), cada uma com cinco alelos (1 a 5), analisadas em uma investigação de paternidade:



Quais alelos, na sequência das regiões apresentadas, o filho recebeu, obrigatoriamente, do pai?

- a) 2, 4, 5, 2, 4
- b) 2, 4, 2, 1, 3
- c) 2, 1, 1, 1, 1
- d) 1, 3, 2, 1, 3
- e) 5, 4, 2, 1, 1

14. (UEA AM) ***Esqueletos abraçados há 6 mil anos são encontrados na Espanha***

Os esqueletos foram descobertos em 2008, em San Fernando, na Espanha. Segundo antropólogos que analisaram os esqueletos, o indivíduo depositado à direita corresponde a um adulto com idade dental estimada entre 35 e 40 anos e o da esquerda corresponde a uma criança de 12 anos. (www.bbc.com. Adaptado.)



Suponha que seja possível isolar o DNA mitocondrial de ambos os esqueletos e identificar suas sequências de bases. Se as sequências forem

- a) iguais, os esqueletos podem ser de mãe e filha, mas não de mãe e filho.
- b) iguais, os esqueletos podem ser de mãe e filha ou de mãe e filho.
- c) iguais, os esqueletos podem ser de pai e filho ou de pai e filha.

- d) diferentes, os esqueletos podem ser de pai e filha, mas não de pai e filho.
- e) diferentes, os esqueletos podem ser de irmãos de mesmo pai e de mesma mãe.

15. (Unicamp) Dados genéticos podem ser utilizados para estudar populações de uma espécie no ambiente natural. Por exemplo, amostras de DNA podem ser coletadas para identificar espécies, estimar tamanhos populacionais ou identificar indivíduos. Um pesquisador coletou duas amostras de fezes em uma localidade na Índia e sequenciou parte do gene Gapdh dos DNAs extraídos a partir delas. Como resultado, foram obtidas as sequências abaixo (apenas uma das fitas do DNA é mostrada).

Amostra 1: 5' ACAGGATCCAATAACCCCGCAGGAATGGTG 3'

Amostra 2: 5' ACAGGATCCAATAACCCCTCACGAATGGTG 3'

As sequências da mesma região do gene Gapdh nos genomas do tigre de Bengala (*Panthera tigris*) e do leopardo (*Panthera pardus*) são:

Panthera tigris: 5' ACAGGATCCAATAACCCCGCAGGAATGGTG 3'

Panthera pardus: 5' ACAGGATCTAACAACCCCGCAGGAATAGTA 3'

- a) De posse desses dados, responda: as amostras de fezes 1 e 2 pertencem, com maior probabilidade, a tigres de Bengala ou a leopardos? As amostras 1 e 2 pertencem ao mesmo indivíduo ou a dois indivíduos diferentes? Justifique sua resposta.
- b) Um crítico argumentou que o trabalho do pesquisador não era válido, pois as sequências do gene nuclear Gapdh foram obtidas a partir de amostras de fezes. Segundo o crítico, material genético nuclear de felinos só poderia ser extraído com qualidade a partir de hemácias (eritrócitos) coletadas dos animais. Quem tem razão, o pesquisador ou o crítico? Justifique.

(Fonte: J. Bhagavatula e L. Singh. *BMC Genetics*, Londres, v. 7, p. 48, out. 2006.)

Resp: a) Comparando-se as sequências fornecidas, notase que as amostras 1 e 2 provavelmente pertencem ao tigre de Bengala, pois há menos diferenças entre cada amostra e a sequência do gene Gapdh em *Panthera tigris* do que na comparação das amostras com *Panthera pardus*. As amostras 1 e 2 não pertencem ao mesmo indivíduo, pois as sequências do gene Gapdh são ligeiramente diferentes nas duas amostras.

b) O pesquisador tem razão, pois fezes possuem fragmentos celulares a partir dos quais DNA nuclear pode ser extraído facilmente. Além disso, não há DNA nuclear em hemácias de mamíferos, já que estas são anucleadas.

Figura 4 (A à L): Pistas (evidências) que os alunos deverão encontrar para solucionar o crime (imprimir uma cópia completa para cada equipe participante e colar nos papéis coloridos):

 PISTA 1: BIBLIOTECA VÍTIMA: AMELIA STONEHART MAIOR ACIONISTA DA STONEHART CORPORATION E COM VÁRIAS QUESTÕES PESSOAIS A SEREM ANALISADAS. SUSPEIT@ 1: O IRMÃO DA VÍTIMA ESTÁ CHEGANDO NESSE EXATO MOMENTO PELA ENTRADA PRINCIPAL. A. 	 PISTA 2: PÁTIO DE ENTRADA SUSPEITO: NOAH STONEHART RELAÇÃO: IRMÃO DA VÍTIMA. INTERESSE: ADQUIRIR AS AÇÕES DA IRMÃ. SUSPEIT@ 2: A CUNHADA DA VÍTIMA ESTÁ ASSISTINDO UMA BELA APRESENTAÇÃO DE MUSICAL PRODUZIDA POR ALUN@S B. 
 PISTA 3: AUDITÓRIO SUSPEITA: SOPHIE LANCASTER RELAÇÃO: CUNHADA INTERESSE: SER A MAIOR ACIONISTA SUSPEIT@ 3: AS GÊMEAS GOSTAM MUITO DE ESTUDAR LINGUAGENS E ESCREVER REDAÇÕES, ONDE ELAS O FARIAM? C. 	 PISTA 4: SALA DE PORTUGUÊS SUSPEITOS: OLÍVIA E GEORGINA STONEHART RELAÇÃO: IRMÃS CAÇULAS – GÊMEAS UNIVITELINAS INTERESSE: RECUPERAR AS AÇÕES VENDIDAS PARA A IRMÃ SUSPEIT@ 4: A FILHA MAIS VELHA DA VÍTIMA ESTUDOU COMUNICAÇÕES E ESTÁ TRABALHANDO NUM LOCAL COM MÚLTIPLOS MEIOS DE SE COMUNICAR. D. 



PISTA 5: SALA DE MULTIMEIOS
SUSPEITA: EMILY STONEHART MONROE
RELAÇÃO: PRIMOGÊNITA
INTERESSE: ROUBOU O AMANTE DA MÃE E FOI DESERDADA.

SUSPEIT@ 5:
PRÓXIMO PONTO: O
SEGUNDO FILHO
ESTUDOU
LICENCIATURA. ONDE
ELE SE REÚNE COM
OS COLEGAS DE
PROFISSÃO?

E.



PISTA 6: SALA DOS PROFESSORES
SUSPEITO: THOMAS STONEHART
RELAÇÃO: FILHO DO MEIO
INTERESSE: PRIMEIRO NA LINHA DE
SUCCESSÃO DA MÃE, JÁ QUE EMILY FOI
DESERDADA.

SUSPEIT@ 6:
A CAÇULA GOSTA
MUITO DE FICAR
JUNTO ÀS PLANTAS.

F.



PISTA 7: JARDIM
SUSPEITA: CHLOE STONEHART
RELAÇÃO: FILHA CAÇULA
INTERESSE: TINHA MUITA MÁGOA DA
MÃE POR TER SIDO CRIADAS PELAS
BABÁS.

SUSPEIT@ 7:
O MARIDO DE
AMELIA FOI
JOGADOR DE
FUTEBOL DE SALÃO
E SENTE MUITA
FALTA DE ESTAR EM
CAMPO.

G.



PISTA 8: QUADRA POLIESPORTIVA
SUSPEITO: LOUIS KING STONEHART
RELAÇÃO: ESPOSO
INTERESSE: ALÉM DE CIÚMES DA
ESPOSA, O ESPORTISTA FALIDO QUERIA
SE TORNAR ACIONISTA

SUSPEIT@ 8:
O EX-AMANTE E
ATUAL GENRO É UM
RENOMADO CHEF DE
COZINHA, DONO DE
SEU PRÓPRIO
RESTAURANTE
CONHECIDO COMO
HENRIQUE V.

H.



PISTA 9: CANTINA
SUSPEITO: BENJAMIN MONROE
RELAÇÃO: EX-AMANTE E ATUAL GENRO
INTERESSE: SE ENVOLVEU COM EMILY, O
QUE A FEZ SER DESERDADA.

SUSPEIT@ 9:
A ATUAL AMANTE É
RECEPCIONISTA,
ATENDENDO OS
VISITANTE E
APRESENTANDO A
HISTÓRIA DA
EMPRESA.

I.



PISTA 10: CENTRO DE MEMÓRIA E BALCÃO
SUSPEITA: ALICE LENNOX
RELAÇÃO: ATUAL AMANTE
INTERESSE: CIÚMES DO CASAMENTO DE
AMELIA, QUE NUNCA CHEGOU AO FIM.

SUSPEIT@ 10:
A ESPOSA DE ALICE
TRABALHA COMO
GARÇONETE PARA O
SR. LOIUS.

J.



PISTA 11: REFEITÓRIO
SUSPEITA: CHARLOTTE CLIFFORD
RELAÇÃO: ESPOSA DA AMANTE
INTERESSE: CIÚMES DA ESPOSA

SUSPEIT@ 11:
DOIS FUNCIONÁRIOS
DE TI TIVERAM
PROBLEMAS MAIS
SÉRIOS COM A
PRESIDENTE. A
PRIMEIRA TRABALHA
NO TÉRREO, JUNTO À
PRINCIPAL REDE DE TI.

K.



PISTA 12: LABORATÓRIOS DE INFORMÁTICA
SUSPEITA: ISABELLA FONN
RELAÇÃO: FUNCIONÁRIA
INTERESSE: ENTROU COM UM PROCESSO
CONTRA A VÍTIMA, PORÉM PERDEU

PRÓXIMO PONTO:
AGORA, COM TANTAS
AMOSTRAGENS PARA
FAZER ANÁLISE DE
DNA, ONDE SERÁ QUE
VOCÊS CONSEGUIRÃO
REALIZAR A
ELETROFORESE?

L.

