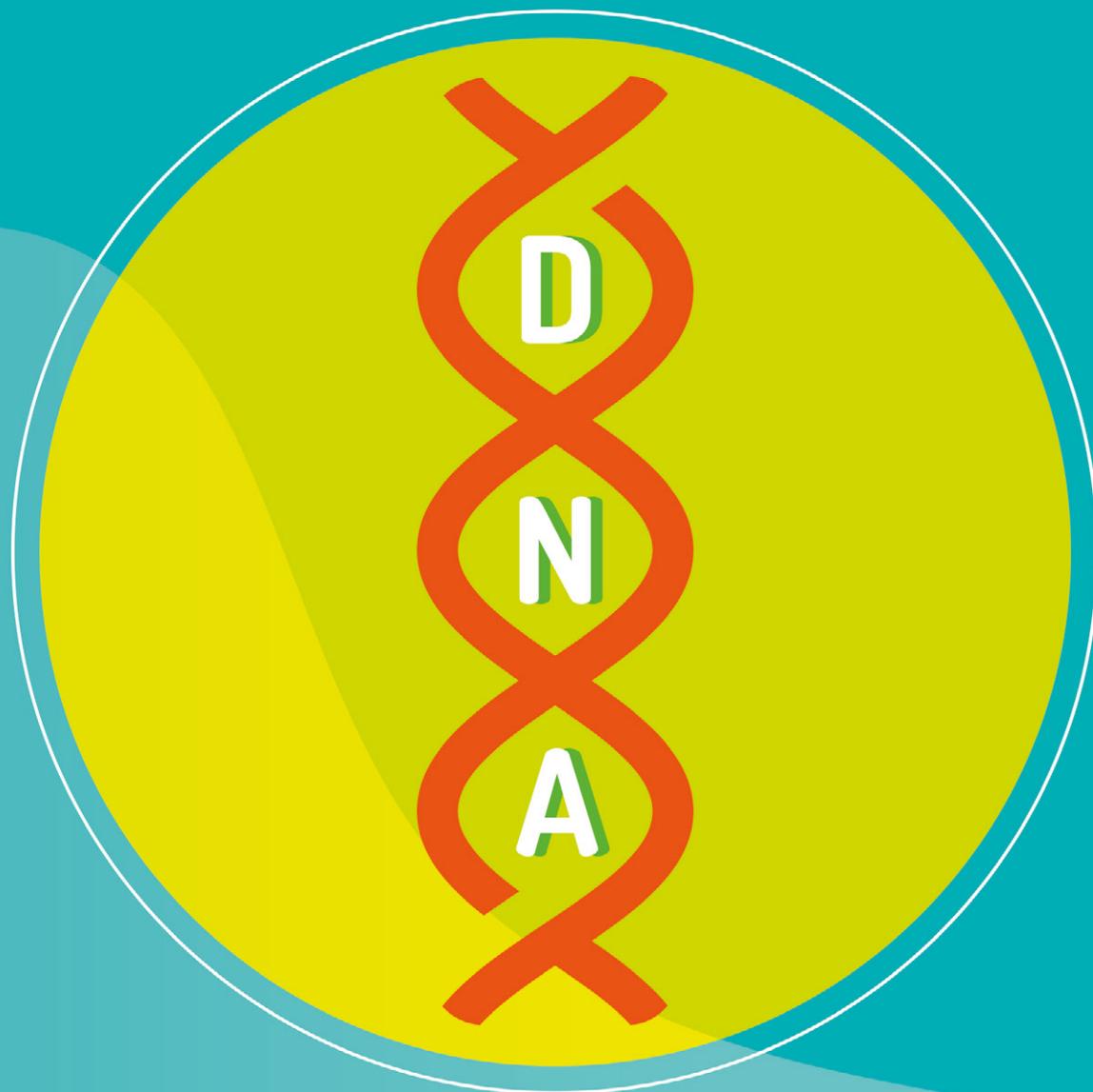


MARCOS LEONARDO MARTINS SILVA  
MÁRCIA GORETTE LIMA DA SILVA

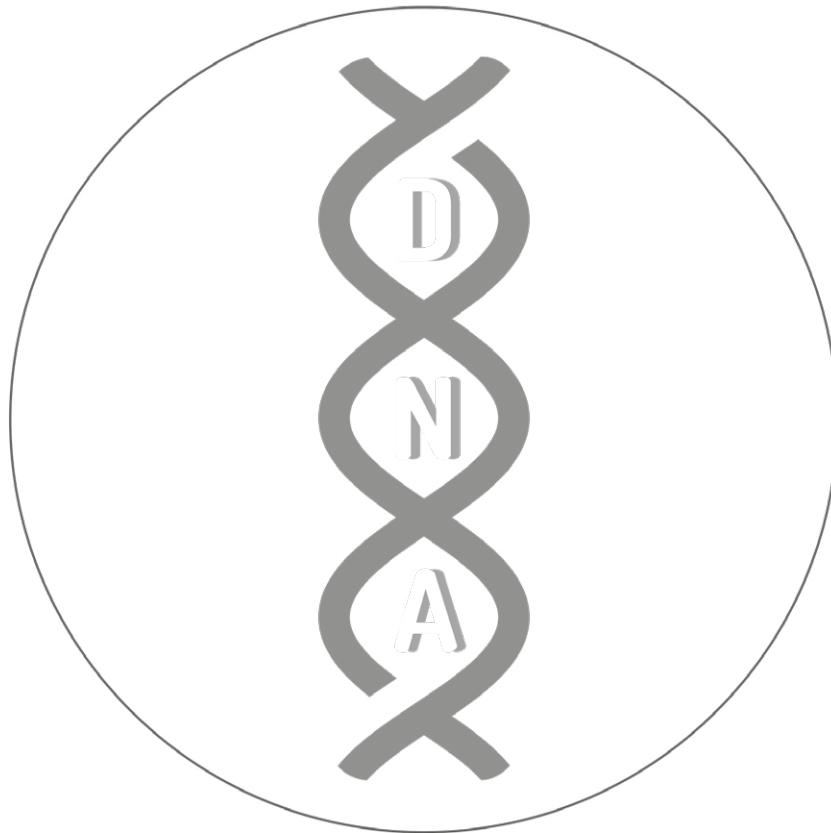


# DIÁLOGO, GENÉTICA & ARGUMENTAÇÃO



editoraifrn

MARCOS LEONARDO MARTINS SILVA  
MÁRCIA GORETTE LIMA DA SILVA



# DIÁLOGO, GENÉTICA & ARGUMENTAÇÃO



editora**ifrn**

Natal, 2018

Presidente da República  
**Michel Miguel Elias Temer Lulia**

Ministro da Educação  
**Rossieli Soares da Silva**

Secretário de Educação Profissional e Tecnológica  
**Romero Portella Raposo Filho**



Reitor

**Wyllys Abel Farkatt Tabosa**

Pró-Reitor de Pesquisa e Inovação

**Márcio Adriano de Azevedo**

Coordenadora da Editora IFRN

**Darlyne Fontes Virginio**

---

### Conselho Editorial

Albino Oliveira Nunes  
Alexandre da Costa Pereira  
Anderson Luiz Pinheiro de Oliveira  
Anisia Karla de Lima Galvão  
Auridan Dantas de Araújo  
Carla Katarina de Monteiro Marques  
Cláudia Battestin  
Darlyne Fontes Virginio  
Emiliana Souza Soares Fernandes  
Fabrícia Abrantes Figueredo da Rocha  
Francinaide de Lima Silva Nascimento  
Francisco das Chagas Silva Souza  
Fábio Alexandre Araújo dos Santos  
Genoveva Vargas Solar  
Jeronimo Mailson Cipriano Carlos Leite  
Jose Geraldo Bezerra Galvão Junior

José Augusto Pacheco  
José Everaldo Pereira  
Jozilene de Souza  
Jussara Benvindo Neri  
Lenina Lopes Soares Silva  
Luciana Maria Araújo Rabelo  
Maria da Conceição de Almeida  
Márcio Adriano de Azevedo  
Nadir Arruda Skeete  
Paulo de Macedo Caldas Neto  
Regia Lúcia Lopes  
Rejane Bezerra Barros  
Rodrigo Siqueira Martins  
Sílvia Regina Pereira de Mendonça  
Valcinete Pepino de Macedo  
Wyllys Abel Farkatt Tabosa

---

### Projeto Gráfico, Diagramação e Capa

Hanna Andreza Fernandes Sobral

### Coordenação de Design

Charles Bamam Medeiros de Souza

### Revisão Linguística

Célio José Fiel da Silva Júnior

Edição eletrônica: E-book

Prefixo editorial: 94137

Linha Editorial: Apoio Didático-pedagógico

Disponível para *download* em:

**<http://memoria.ifrn.edu.br>**



### Contato

Endereço: Rua Dr. Nilo Bezerra Ramalho, 1692, Tirol. Natal-RN. CEP: 59015-300.  
Telefone: (84) 4005-0763 | E-mail: [editora@ifrn.edu.br](mailto:editora@ifrn.edu.br)

MARCOS LEONARDO MARTINS SILVA  
MÁRCIA GORETTE LIMA DA SILVA

# **DNA:**

## **DIÁLOGO, GENÉTICA & ARGUMENTAÇÃO**



**editoraifrn**

Natal, 2018



Os textos assinados, no que diz respeito tanto à linguagem quanto ao conteúdo, não refletem necessariamente a opinião do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. As opiniões são de responsabilidade exclusiva dos respectivos autores. É permitida a reprodução total ou parcial desde que citada a fonte.

Silva, Marcos Leonardo Martins.  
S581s DNA: diálogo, genética e argumentação / Marcos Leonardo Martins Silva, Márcia Gorette Lima da Silva; projeto gráfico, diagramação e capa Hanna Andreza Fernandes Sobral; revisão linguística Célio José Fiel da Silva Júnior. – Natal: IFRN, 2018.  
135 p : il.

ISBN: 978-85-94137-42-5

1. Biologia – DNA. 2. Biologia – Genética. 3. Biologia – Biotecnologia. I. Silva, Marcos Leonardo Martins. II. Silva, Márcia Gorette Lima da. III. Título.

CDU 575

Catálogo da publicação na fonte elaborada pela Bibliotecária  
Patrícia da Silva Souza Martins – CRB: 15/502

Esta obra foi submetida e selecionada por meio de edital específico para publicação pela Editora IFRN, tendo sido analisada por pares no processo de editoração científica.



# SUMÁRIO

- 10      **Apresentação**
- 16**      **1º ESTÁGIO: MUNDO COMUM**  
Atividade ① Divisão celular, replicação do DNA e mutações
- 22**      **2º ESTÁGIO: CHAMADO PARA A AVENTURA**  
Atividade ② Genes, transcrição e tradução do DNA e proteínas
- 33**      **3º ESTÁGIO: RECUSA**  
Atividade ③ DNA, genes, genoma e cromossomos
- 40**      **4º ESTÁGIO: ENCONTRO COM O MENTOR**  
Atividade ④ Projeto Genoma Humano
- 52**      **5º ESTÁGIO: TRAVESSIA DO LIMIAR**  
Atividade ⑤ Desordens genéticas
- 63**      **6º ESTÁGIO: PROVAS, ALIADOS E INIMIGOS**  
Atividade ⑥ DNA recombinante e clonagem molecular
- 70**      **7º ESTÁGIO: APROXIMAÇÃO DA CAVERNA SECRETA**  
Atividade ⑦ OGMs e transgênicos

# SUMÁRIO

- 78**     **8º ESTÁGIO: PROVAÇÃO**  
Atividade ⑧ Alimentos geneticamente modificados
- 86**     **9º ESTÁGIO: RECOMPENSA**  
Atividade ⑨ Modificação genética de seres humanos
- 92**     **10º ESTÁGIO: O CAMINHO DE VOLTA**  
Atividade ⑩ Textos científicos relacionados à Genética
- 111**     **11º ESTÁGIO: RESSURREIÇÃO**  
Atividade ⑪ Discussões com o tema gerador “Genética e...”
- 119**     **12º ESTÁGIO: RETORNO COM O ELIXIR**  
Atividade ⑫ Produção textual sobre Genética
- 124     Referências
- 129     Referências das Imagens



# APRESENTAÇÃO

Caro professor, elaboramos esta Unidade Didática (SANMARTÍ, 2000) com o objetivo de contribuir para o desenvolvimento da argumentação científica em aulas de Biologia. Para tanto, delineamos momentos de aula e atividades para que os alunos possam conhecer mais sobre genética e biotecnologia enquanto desenvolvem habilidades argumentativas, comunicando opiniões sobre os assuntos que serão apresentados e se expressando de maneira escrita e falada, de forma adequada à linguagem científica. Serão abordados temas de conhecimento científico, como a estrutura do ácido desoxirribonucleico (DNA), seu funcionamento e sua importância para a ciência, além de temas mais polêmicos como as técnicas de clonagem e manipulação do DNA e organismos geneticamente modificados, sempre considerando as questões éticas e sociais envolvidas. Também serão apresentadas questões sobre a Genética no cotidiano e o futuro da Biotecnologia.

## Estrutura da unidade didática

A unidade didática é composta por 12 atividades no total, dividida em quatro etapas que marcam os encontros presenciais intercalados de momentos à distância para pesquisa e aprofundamento do conteúdo pelos alunos. Durante as quatro etapas, serão propostas mudanças graduais no ambiente educativo, priorizando uma hora a leitura, outra hora a escrita e, principalmente, a comunicação – sempre com foco na aprendizagem colaborativa de modo a intermediar momentos de argumentação científica em sala de aula.

Quando falamos sobre argumento ou argumentação é importante deixar claro, de início, que não existe uma ordem pré-determinada e obrigatória para se criar um argumento, nem para se falar. O que existe são modelos ou padrões para melhor identificar os elementos necessários para a construção de um bom argumento. Portanto, neste produto, utilizaremos a base teórica dos seguintes autores: na 1ª etapa, Toulmin (2006) como referência para a construção dos argumentos; na 2ª e 3ª etapas, Osborne et al. (2016) e Sampson, Enderle e Walker (2011) para melhor entendimento sobre a validade na comunicação de argumentos para determinado público; e na 4ª Etapa, Kelly e Takao (2002) e Kelly, Regev e Prothero (2007) para a análise de linhas de raciocínio na elaboração de ensaios argumentativos escritos.

Antes de cada atividade serão apresentados esclarecimentos por meio de instruções, deixando claro o que é necessário para a construção

de um bom argumento, trazendo orientações básicas sobre as ações relacionadas à argumentação, tanto individual quanto em grupo, e, por fim, fornecendo subsídios para uma avaliação do desempenho do aluno nas sessões marcadas de argumentação em sala de aula.

A aplicação desse produto poderá ser realizada de várias maneiras. Citaremos dois exemplos a seguir: 1) o aluno poderá fazer uma leitura individual do material, até que as interações previstas sejam solicitadas pelo professor em momentos marcados durante a aula; ou 2) o professor conduzirá a aula de acordo com as instruções do material, solicitando que os alunos façam anotações e interajam nos momentos previstos. Em ambos os casos, o material deverá ser entregue ao aluno no início da aula.

Tendo isso em mente, o objetivo deste material é reiterar a importância do protagonismo do aluno na construção do próprio conhecimento, fornecendo meios para que ele possa negociar e avaliar evidências para chegar a conclusões próprias e/ou negociadas coletivamente sobre determinados saberes, científicos ou gerais, tentando auxiliar, inclusive, na tomada de decisões.

## Características lúdicas

Pensando em buscar uma proposta lúdica e proporcionar uma leitura mais fluida, utilizamos como modelo a estrutura narrativa descrita por Joseph Campbell (2008), chamada de “Monomito” ou, como ficou mais conhecida, a “Jornada do Herói”. Buscamos inspiração no caráter

iterativo dessa jornada, em que o herói, partindo de um status quo inicial, enfrenta diversas dificuldades e obstáculos em busca de uma conquista individual ou coletiva, sempre retornando ao ponto de partida carregando consigo as experiências adquiridas durante a jornada.

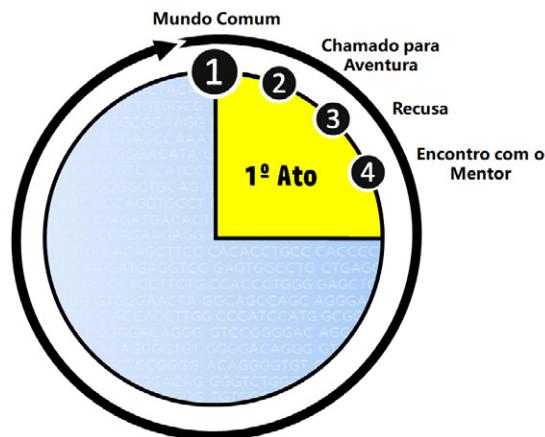
O que pretendemos ilustrar, basicamente, é que não existe um caminho único para um objetivo infinito como “a busca pelo conhecimento”. Cada vez que entramos nessa jornada, mergulhamos no desconhecido e por lá permanecemos durante certo tempo, até que cumprimos nossos objetivos e emergimos cheios de novos conhecimentos, alcançando um novo status quo. Mesmo assim, se nos permitirmos, se atendermos a um novo chamado para a aventura, tudo terá início outra vez. As orientações para a proposição das 12 atividades da sequência seguem o modelo do arco do personagem proposto por Christopher Vogler, que discute as aplicações da obra de Campbell em seu livro *A Jornada do Escritor* (2015).

Figura 1: Modelo da jornada do herói



Adaptado de Vogler (2015, p. 47).

É importante deixar claro que, no decorrer das aulas para a aplicação deste produto, iremos sugerir quatro momentos para a exposição de conteúdo, pesquisa, diálogo, negociação aluno-professor, etc. As orientações para esses momentos encontram-se sinalizadas por este símbolo “◆”, então, fique atento! Recomendamos que o professor reserve, pelo menos, uma hora-aula para cada um deles. Apresentamos no início de cada etapa os objetivos de aprendizagem para as habilidades de argumentação científica e descrevemos o conteúdo de Genética e Biotecnologia a ser abordado em cada atividade. Sem mais demoras, vamos conhecer o material.



❖ Nesse primeiro momento o professor apresentará o conteúdo a ser abordado nas atividades ①, ②, ③ e ④, preferencialmente por meio de uma metodologia expositiva e dialogada.

## Subtema: estrutura e função do DNA

### Conteúdo abordado:

- Divisão celular, replicação do DNA e mutações.
- Conceito de genes, transcrição e tradução do DNA e enovelamento de proteínas.
- DNA, genes, genoma e cromossomos.
- Projeto Genoma Humano.

### Habilidades argumentativas:

- Apresentação da estrutura formal de um argumento, objetivando o conhecimento dos seus elementos principais e complementares e a tentativa de comunicá-los.

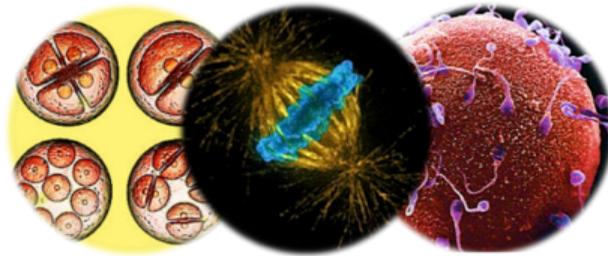


ESTÁGIO

**MUNDO COMUM**



É bem provável que você já saiba o que é um argumento e mais provável ainda que já tenha escrito algum texto dissertativo-argumentativo. Pois bem, geralmente esse tipo de texto é dividido em três componentes básicos: introdução, desenvolvimento e conclusão. É o básico que aprendemos para a leitura e produção textual na disciplina de Português. Aqui, não pretendemos nos aprofundar nesse aspecto da linguagem, apesar de reconhecermos sua extrema importância para a comunicação escrita. Vamos nos concentrar mais adiante em um conceito mais específico de argumentação, nesse caso a “parte do discurso através do qual alegações de conhecimento são individualmente ou de maneira colaborativa construídas e avaliadas à luz de evidências empíricas ou teóricas” (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE; ERDURAN, 2007, p. 13). Então antes de iniciarmos nossa jornada, gostaria de conhecer um pouco sobre como você apresenta suas conclusões de uma maneira escrita. Começaremos da seguinte forma: leia a atividade ①.



Um dos fatores mais relevantes sobre o estudo da molécula de ácido desoxirribonucleico (DNA), foi a constatação de que ela é a responsável pelas características hereditárias de todos os seres vivos e, consequentemente, pela diversidade da vida na Terra. Sabe-se que todos os organismos são diferentes por possuírem informações genéticas únicas e que seus indivíduos transmitem aleatoriamente características para sua prole mediante recombinação entre o DNA dos progenitores.

O DNA é um polímero formado de sequências de nucleotídeos emparelhados em uma dupla-hélice. Estes são formados por um grupamento fosfato, uma pentose (açúcar de cinco carbonos) e uma das quatro bases nitrogenadas possíveis e complementares (adenina e timina e guanina e citosina – respectivamente representadas pelas letras A, T, G e C). No artigo em que apresentaram o modelo para a estrutura do DNA, James Watson e Francis Crick, além de explicarem as propriedades químicas e físicas dessa molécula, deixaram explícito o seguinte: “Não escapou à nossa observação que o pareamento específico que postulamos sugere

imediatamente um possível mecanismo de cópia para o material genético” (WATSON; CRICK, 1953, p. 737, tradução nossa).

Esse processo de “cópia”, denominado **Replicação**, é responsável por duplicar o material genético antes da divisão celular, seja por Mitose (na divisão das células somáticas) ou por Meiose (na formação das células germinativas). Às variações que ocorrem na sequência do DNA durante sua replicação na divisão celular (ou causadas por fatores externos) damos o nome de **Mutações**.

**Especificamente no que diz respeito às mutações, na sua opinião, em qual dos dois processos de divisão celular (Mitose ou Meiose) uma mutação pode ser transmitida aos descendentes?**

*\* Sugestão de vídeo complementar à questão: “Mechanism of DNA Replication (Advanced)”, do DNA Learning Center. (Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=I9ArIJWYZHI&t>)*

Agora preciso que você tente expor, de maneira sucinta, sua opinião sobre o assunto utilizando o espaço reservado a seguir.

---

---

---

---

---

---

---

Se você achou sua resposta satisfatória então está tudo bem. Possivelmente já possuía certo conhecimento sobre o tema, o que é extremamente necessário para responder qualquer questão que exija um ponto de vista, uma conclusão. Mesmo assim, pretendemos que saia da sua zona de conforto. Gostaríamos que você aprendesse um pouco mais sobre o que é um argumento, segundo Toulmin (2006), e sobre os meios de se comunicar e validar suas conclusões. E então? Vai atender ao nosso chamado?

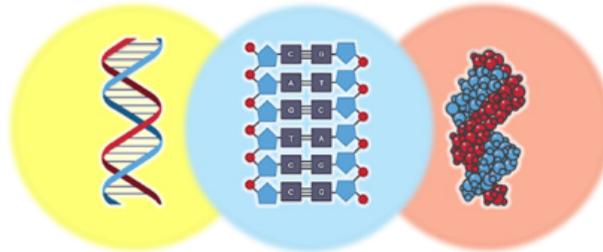


ESTÁGIO

**CHAMADO PARA  
A AVENTURA**



Um argumento geralmente tem início com uma opinião ou desejo de expressar um ponto de vista, o que poderá gerar uma opinião contrária caso seja comunicado para um público razoável. A Conclusão (C) é o que expressa o seu posicionamento sobre determinada questão. Trataremos primeiro sobre ela, porque, apesar de ser gerada após um processo (inicialmente) pessoal e interno, é ela que vai nortear a negociação de uma opinião comum em um pequeno grupo. Você já sabe o que é uma Conclusão (C), então vamos começar a construir nosso argumento. A seguir, apresentaremos um texto com informações de referência. Gostaria que, após uma leitura inicial, você ponderasse um pouco sobre o conteúdo da atividade ②.



No DNA, as sequências de bases (p.e. “G, A, T, T, A, C, A...”) que codificam informações genéticas são denominadas **Genes**, responsáveis por informar à célula o que fazer, como fazer e quando fazer. A execução dessas tarefas está associada a um maquinário de expressão gênica, que corresponde a uma gama de proteínas e enzimas associadas ao DNA, responsáveis pela transcrição e tradução da informação genética em proteínas que, por sua vez, determinarão as características de um ser vivo. O esquema a seguir apresenta (de forma simplificada) o fluxo da informação genética em uma célula:

**Quadro 1:** Fluxo de informação do “dogma central”

<b>um Gene</b> (codifica)	→	<b>uma Mensagem</b> (para construir)	→	<b>uma Proteína</b>
Transcrição		Tradução		Enovelamento
<i>Informação</i>		<i>Intermediário</i>		<i>Forma/Função</i>
ACT-GGT-CCC...		ACU-GGU-CCC...		Treo-Glici-Proli...

Adaptado de Mukherjee (2016, p. 208).

A ideia principal por trás desse esquema foi denominada por Francis Crick de dogma central da célula (MUKHERJEE, 2016). Em resumo, a **Transcrição** ocorre quando uma série de proteínas codifica uma sequência de bases do DNA em ácido ribonucleico mensageiro (mRNA ou RNA mensageiro) que, em seguida, é levado ao citoplasma para ocorrer a **Tradução**, que sucede com o auxílio de ribossomos e tRNA (RNA transportador), os quais, a partir da informação do mRNA, formam uma sequência de aminoácidos para a composição de uma proteína. Em seguida, é iniciado o processo de **Enovelamento**, e, ao final, estará pronta para desempenhar suas funções na célula ou fora dela.

**Para que uma desordem genética (permanente) se manifeste em um indivíduo, em qual (ou quais) dos quatro estágios é necessário que haja um erro?**

(A) no Gene	(B) no mRNA	(C) na Tradução	(D) no Enovelamento
antes da Transcrição	durante a Transcrição	na formação da proteína	após a Tradução

*\* Sugestão de vídeo complementar à questão: "The Central Dogma of Biology", do DNA Learning Center. (Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=9kO-GOY7vthk&t>)*

Uma vez que você tenha refletido sobre a questão proposta, preciso que tente expressar sua conclusão de forma escrita no espaço reservado com a letra (C).

**C**

---

---

Estabelecida uma conclusão, tente se lembrar de quais fatores levou em consideração na sua linha de raciocínio. Esses fatores ou o conjunto de fatos são os **Dados (D)** de um argumento. Como você já deve ter percebido, esse conjunto de informações é uma associação entre o seu conhecimento prévio e as informações enunciadas no caso exposto. Tente listar a seguir os **Dados (D)** que considerou.

**D**

---

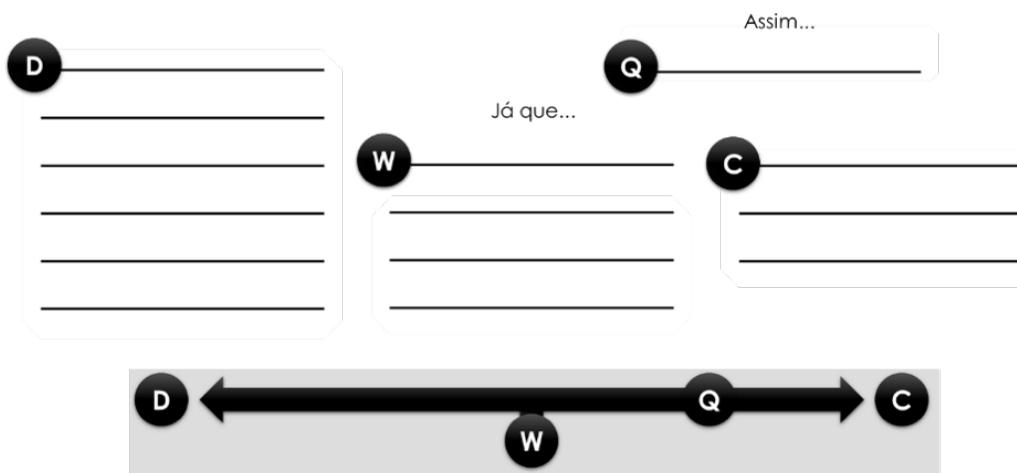
---

---

---

Bem, neste caso, você já pode pensar que possui o que é necessário para expor seu argumento, mas não é bem assim. Para ter êxito ao comunicar seu argumento, seja na forma escrita ou falada, é preciso estabelecer uma relação entre sua **Conclusão (C)** e seus **Dados (D)**. O elemento responsável por isso é a **Garantia (W)**, ou seja, são as declarações gerais

que levam em conta os **Dados (D)** para justificar uma **Conclusão (C)**. Agora vamos montar um esquema básico de um argumento utilizando os três elementos principais: a **Conclusão (C)**, os **Dados (D)** e a **Garantia (W)**. No modelo a seguir, reescreva, à direita a sua **Conclusão (C)** e tente listar seus **Dados (D)** à esquerda. Para finalizar, escreva no centro uma declaração para conectar os dois elementos – esta será a sua **Garantia (W)**, ou seja, a linha de raciocínio que utilizou para chegar à conclusão.



Pronto! Assim você pode ilustrar seu argumento de uma maneira lógica, e é aí que os elementos complementares do argumento passam a ser necessários. O primeiro a ser tratado aqui é o **Qualificador Modal (Q)**. É esse elemento que vai mostrar o grau de certeza sobre sua **Conclusão (C)**, ou seja, a força conferida pela **Garantia (W)** que você propôs. **Percebeu o campo (Q)** em branco no modelo anterior? Pois bem, volte lá e diga qual o grau de certeza que você possui em relação à sua **Con-**

**clusão (C)**. Até agora trabalhamos com a parte mais básica da construção de um argumento, que, de uma maneira prática, pudemos constatar com o esquema que você preencheu anteriormente. Como sabemos, a argumentação é um processo dialógico e, por isso, são necessárias pelo menos duas pessoas debatendo uma questão em comum, e, caso alguém consiga apresentar condições nas quais se tem de deixar de lado a autoridade geral do argumento, ela será expressa por meio de uma **Refutação (R)**. Quanto melhor construído um argumento, menos suscetível a refutações ele será. Mesmo assim, isso não quer dizer que você não possa pensar em maneiras para refutar seu próprio argumento. Se conseguir pensar em uma condição que invalide seu argumento, consequentemente, você saberá a fraqueza dele e poderá elaborar uma melhor estrutura para apresentá-lo. Então é isso que vamos fazer agora! Pense por um momento e escreva abaixo uma possível **Refutação (R)** para o seu argumento.

---

**R**

---

Ok! Agora percebemos que nosso argumento não é absoluto. Você mesmo acaba de comprovar. Mesmo assim, se ainda nos sentirmos “apegados” à nossa conclusão, não precisamos abandonar nosso ponto de vista. É aqui que utilizamos um importante elemento do argumento, o **Apoio (B)**. Este elemento tende a complementar a **Garantia (W)** com

afirmações categóricas, embasadas em conhecimentos científicos ou gerais, como, por exemplo, uma lei ou uma teoria validada. É importante deixar claro que o **Apoio (B)** não vem, necessariamente, depois de uma **Refutação (R)**. Ele pode ser estabelecido bem no início, antes mesmo da **Garantia (W)**. Para melhor ilustrar esse elemento, preciso que você revise o texto de referência da atividade ② e tente listar o conhecimento científico por trás do seu argumento. [...] E aí? Encontrou algo que consiga reforçar a sua conclusão inicial? Então escreva a seguir o resultado.

D

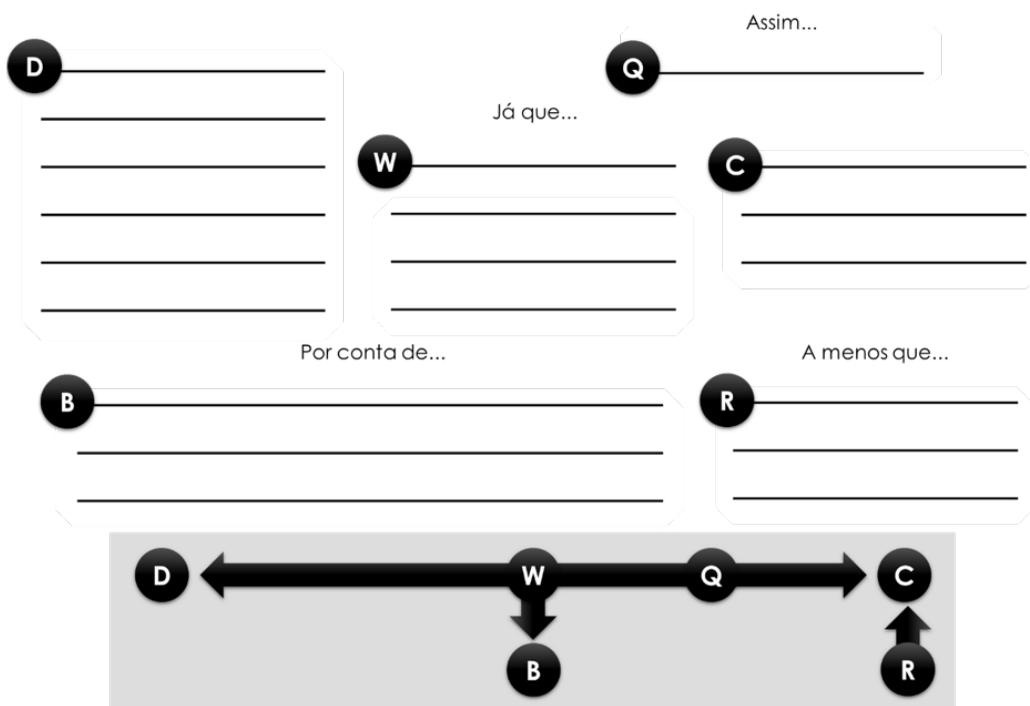
---

---

---

---

Agora que já conhecemos todos os elementos, vamos tentar representar o argumento que você construiu mediante padrão de argumento de Toulmin (TAP). Para tanto, transcreva para o esquema abaixo, nos espaços especificados, o conteúdo de cada elemento que já criou até agora.



E então? O que achou? Está orgulhoso de si mesmo, não é? Acredito que você já está preparado para compartilhar seu argumento com os demais! Porém ainda precisamos dar um passo decisivo em direção ao nosso objetivo final, que é o domínio sobre as práticas argumentativas em sala de aula. Levando em consideração o que já sabemos, precisamos concluir esta primeira etapa de uma forma elegante. Para tanto, é necessário que você escreva seu argumento anteriormente representado no padrão de Toulmin, em prosa, texto corrido. Tome seu tempo e escreva da forma que achar mais conveniente, só tente não esquecer de nenhum dos elementos.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Viu só?! Ficou claro que o padrão de argumento de Toulmin que utilizamos não restringe a forma do argumento, apenas ilustra os elementos necessários para auxiliar na elaboração de um bom argumento. Agora que já concluímos nossa primeira etapa, partiremos para a argumentação em pequeno grupo.

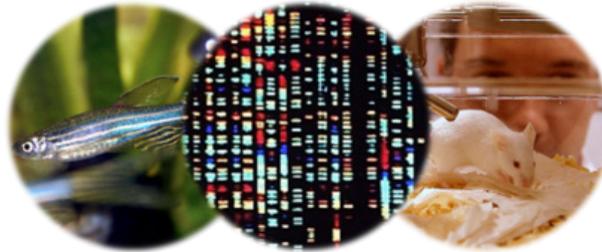


ESTÁGIO

**RECUSA**



Pode ser que você ainda não se sinta seguro para compartilhar o argumento que elaborou anteriormente. Mesmo assim, preciso recordá-lo de que a argumentação é um processo coletivo, dialógico, pois demanda um público razoável e debates para se tentar chegar a uma conclusão comum ou pelo menos ao entendimento de outros pontos de vista e as bases de uma opinião controversa. Trata-se de uma sequência de ações que envolvem a avaliação das evidências disponíveis e a tentativa de convencimento por meio de uma melhor estruturação dos argumentos. Em resumo, não é uma habilidade inata, é preciso prática. Mas não pense em voltar atrás agora, é para isso que estamos aqui, devemos seguir adiante. Então, inicialmente, para que o processo possa ocorrer de uma maneira satisfatória, partiremos para uma comunicação entre duas pessoas. Mas, antes disso, precisaremos estabelecer uma linha de raciocínio, e, desta vez, devemos estar preparados para compartilhar o esquema do nosso argumento com os outros. Para tanto, a atividade ③ apresentada a seguir é passível de interpretações diversas, ou seja, é bem provável que sua opinião seja divergente do seu par hipotético. Leia ela com atenção!



O **DNA** é, basicamente, um composto orgânico formado por uma sequência de nucleotídeos em dupla-hélice, organizado em uma estrutura chamada Cromatina (ou **Cromossomos** na fase de divisão celular), localizada na parte central das células. A sequência completa dos pares de bases desses nucleotídeos forma o conjunto de instruções genéticas de um organismo, que é denominado **Genoma**. Cada célula utiliza partes das informações contidas no DNA de maneiras ligeiramente diferentes, ou seja, cada tipo de célula codificará, a partir de **Genes** (como visto na questão anterior), um conjunto específico de proteínas, que definirá sua forma e função no tecido e/ou no organismo. O quadro a seguir faz uma comparação simplificada entre o genoma humano e o genoma de outras espécies-modelo.

**Quadro 2:** Comparativo entre o tamanho do genoma humano e o tamanho do genoma de espécies-modelo

<b>Organismo</b>	<b>Tamanho Estimado (Pares de Bases)</b>	<b>Número de Cromossomos</b>	<b>Número Estimado de Genes</b>
<b>Humano</b> <i>Homo sapiens</i>	3 bilhões	46	~25.000
<b>Camundongo</b> <i>Mus Musculus</i>	2,9 bilhões	40	~25.000
<b>Mosca da Fruta</b> <i>Drosophila melanogaster</i>	165 milhões	8	13.000
<b>Planta</b> <i>Arabidopsis thaliana</i>	157 milhões	10	25.000
<b>Verme</b> <i>Caenorhabditis elegans</i>	97 milhões	12	19.000
<b>Cevada</b> <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	12 milhões	32	6.000
<b>Bactéria</b> <i>Escherichia coli</i>	4,6 milhões	1	3.200

Adaptado de Nature.com (2018).

**Levando em consideração as diferenças entre os genomas listados anteriormente, na sua opinião, o funcionamento dos processos genéticos básicos (como replicação, transcrição e tradução) é específico de cada espécie? Argumente.**

Para que o momento em grupo seja melhor aproveitado, reservamos o espaço a seguir para você organizar os elementos principais do argumento, a fim de obter melhor representação de acordo com o padrão. Mas, **Atenção!** Preciso que você seja claro ao listar os **Dados (D)** que está levando em consideração, porque este será o elemento a ser debatido e negociado durante o diálogo em dupla.

O diagrama ilustra a estrutura de um diálogo em dupla. No topo, há um espaço para 'Assim...' com um ícone 'Q' (Questão) e um espaço para 'Já que...' com um ícone 'W' (Resposta). Abaixo, há um ícone 'D' (Dados) com um espaço para anotar os dados. À direita, há um ícone 'C' (Comentário) com um espaço para anotar comentários. No fundo, há uma barra horizontal com ícones 'D', 'Q' e 'C' e um ícone 'W' no centro, com setas indicando o fluxo de diálogo.

Agora que você já concluiu a elaboração do seu argumento, o professor irá formar a sua dupla de maneira aleatória e atribuirá à dupla uma letra (p.e. Grupo "A"). Mas calma! Eu entendo que você se sentiria mais seguro e à vontade com algum amigo ou colega mais próximo. Pode ser que este até tenha sido o caso, mas, como estamos numa jornada, precisamos de experiências diferentes do nosso dia a dia. Então, agora, que estão em grupo, exponham o esquema do argumento entre si de maneira falada. Por fim, peça permissão para anotar abaixo os **Dados (D)** considerados pelo seu par.

É bem provável que vocês tenham levado em consideração **Dados (D)** semelhantes, e, mesmo assim, tenham chegado a **Conclusões (C)** diferentes. Tendo sido este ou não o caso, esse é o momento em que vocês terão de chegar a um entendimento sobre o argumento elaborado. No espaço reservado a seguir, assim como foi realizado anteriormente no **2º Estágio**, o grupo terá que elaborar um argumento único, em texto corrido, dessa vez, levando em consideração apenas os elementos principais do argumento e, se considerarem necessário, um **Qualificador Modal (Q)**. Você pode iniciar a escrita do seu argumento da seguinte maneira: “Após uma breve discussão, nós chegamos à seguinte conclusão...”.

---

---

---

---

---

Agora que a dupla conseguiu aproximar-se de um consenso sobre o texto do argumento, chegamos a um momento importante, no qual os argumentos construídos serão expostos à turma. Em sequência alfabética, por solicitação do professor, um de vocês deverá ler em voz alta o argumento do grupo. Mas não se preocupem, esse momento possui apenas o objetivo de demonstrar a divergência de pontos de vista em uma sala de aula, e, por isso, não existe (ainda) a necessidade de tentar convencer o grande grupo.



ESTÁGIO

**ENCONTRO COM  
O MENTOR**

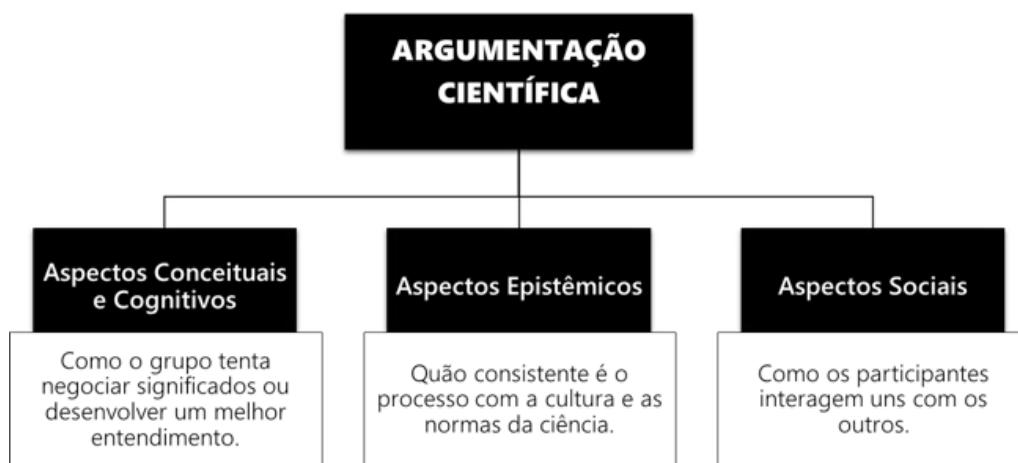


Caso tenha começado a ler este manual do início, o que certamente você fez, pode ter se sentido abandonado ou perdido, ou até mesmo correndo atrás de um objetivo desconhecido. Eu entendo que em qualquer jornada precisamos de alguém que nos ensine como devemos enfrentar os desafios à frente. É para isso que estamos aqui! Você pode não ter percebido, mas somos um grande grupo agora. Estamos trilhando um caminho em comum em direção à **argumentação científica**.

Esperamos que ao final dessa jornada, você seja capaz de se posicionar de maneira adequada, tanto individualmente quanto em grupo, sempre que precisar expor sua opinião sobre problemas da ciência em geral e, com destaque, os que possuam relação com ciência, tecnologia e a sociedade. Mas ainda não atravessamos o limiar, precisamos aprender mais um pouco sobre como sobreviver do outro lado, por isso, explicarei algumas ações e atitudes que irão lhe auxiliar a enfrentar os problemas mais à frente.

Tendo em vista que dirigimos nossa aprendizagem para que sejamos proficientes em argumentação científica, precisamos entender, primeiro, que essa habilidade diz respeito a vários aspectos. As orientações que estarão listadas mais adiante serão subdivididas em três aspectos principais, conforme representado no esquema abaixo.

**Figura 2:** Aspectos da argumentação científica



Adaptado de Sampson, Enderle e Walker (2011).

Vendo assim pode até parecer um pouco complexo, mas adiante que não é o caso. Vamos aos ensinamentos!

## Aspectos conceituais e cognitivos

- 01** A conversa em grupo deve ter foco na geração ou validação de conclusões ou explicações.
- 02** Busque e discuta conclusões ou explicações alternativas com os demais participantes do seu grupo.
- 03** Caso encontre alguma inconsistência ou informação fora do comum na sua conclusão ou explicação, discuta com o grupo e tente modificá-la.
- 04** É importante ter um certo grau de ceticismo sobre as ideias e informações discutidas ou encontradas.
- 05** É importante que você forneça razões quando estiver apoiando ou desafiando uma ideia.
- 06** Procure utilizar estratégias de raciocínio apropriadas como as sugeridas neste manual.
- 07** Procure avaliar os méritos de cada explicação ou conclusão alternativa de uma maneira sistemática.

## Aspectos epistêmicos

**08** Procure não utilizar “ferramentas da retórica”<sup>1</sup> para apoiar ou desafiar ideias.

**09** Sempre que for desafiar ideias ou tentar compreender fenômenos sob investigação procure usar as evidências disponíveis.

**10** Procure sempre examinar a relevância, a coerência e a suficiência das evidências.

**11** Avalie como os dados disponíveis foram interpretados e certifique-se de saber qual foi o método utilizado para reunir os dados.

**12** Procure utilizar teorias científicas, leis ou modelos para apoiar e desafiar ideias ou para melhor compreender o fenômeno investigado.

**13** Tente fazer distinção entre as observações e inferências dos seus colegas.

**14** Procure adotar termos apropriados, fazendo, sempre que possível, uso da linguagem científica.

<sup>1</sup> Ferramentas de retórica se referem a desvios ou estratégias para se vencer um debate.

## Aspectos sociais

- 15** Reflita sobre o que você sabe e sobre o que não sabe.
- 16** Demonstre respeito ao que o seu colega tem a dizer e espere respeito recíproco.
- 17** Sempre que uma ideia for apresentada no pequeno grupo dedique algum tempo a discuti-la.
- 18** Procure encorajar ou convidar os colegas do grupo a compartilhar ou a criticar as ideias em discussão.
- 19** Sempre que possível, reitere ou resuma seus comentários e peça que os outros façam o mesmo para que a ideia de cada um seja clarificada.

Nossa! Quantos ensinamentos! Você deve estar se perguntando o porquê disso tudo. O que posso adiantar é que, na sala de aula, sejam suas ações individuais ou coletivas, sempre existe a possibilidade de alguém estar te observando... (ô\_ô), além disso, todos esses ensinamentos foram adaptados a partir de um protocolo de observação para a avaliação da argumentação científica em sala de aula, elaborado pelos

companheiros Sampson, Enderle e Walker (2011). Caso necessite de informações complementares sobre as ações ou mesmo sobre os aspectos da argumentação científica, pergunte ao seu professor, ele estará pronto para te auxiliar.

Como já deve ter percebido, este estágio teve o objetivo de fornecer subsídios para que você faça a travessia do limiar preparado para o que virá pela frente. Serão várias dinâmicas, debates e discussões durante os demais atos da jornada e, para tanto, além dos conhecimentos da argumentação científica, você também precisará conhecer o conteúdo específico que estamos estudando. Para isso, elaboramos a atividade ④ a seguir. Ela terá orientações sobre uma pesquisa que você deverá, inicialmente, fazer um levantamento sobre o assunto e tentar reunir a maior quantidade possível de **Dados (D)** e **Apoio (B)**. Quando atravessarmos o limiar, teremos outra definição para esses dois elementos, mas, por enquanto, eles serão suficientes.



Uma das maiores empreitas científicas das últimas décadas foi a busca pelo sequenciamento do genoma humano que, em 1990, abrangeu um consórcio de 20 centros de pesquisa internacionais e deu origem a maior colaboração biológica do mundo com o objetivo de realizar essa missão. O propósito do projeto Genoma Humano foi sequenciar todo o genoma humano ao longo de 15 anos, com US\$ 3 bilhões de financiamento público. A tarefa foi finalizada com 3 anos de antecedência, em 2003, e, descontando os anos iniciais de planejamento, todo o processo durou aproximadamente 8 anos, com o custo total de pouco mais de US\$ 1 bilhão. Um dos objetivos principais do projeto foi a determinação da sequência genética de um ser humano e, em paralelo, também foram realizados os sequenciamentos dos genes de organismos-modelo (como camundongos e chimpanzés). Após a conclusão do projeto, foi possível estimar a quantidade aproximada de genes específicos que nós, seres humanos, possuímos: ~25.000 genes – bem menor do que previsto.

**Faça uma breve pesquisa sobre as principais contribuições e descobertas do projeto Genoma Humano e, baseado nos dados levantados, argumente sobre qual você considera o maior avanço com o sequenciamento do genoma humano.**

*\* O conhecimento adquirido com esta atividade servirá de base para discutirmos as próximas questões.*

---

O final desta página e a próxima estão reservados para você organizar suas ideias e construir um argumento sobre a atividade proposta por meio de um pequeno texto.

---

---

---

---

---

---

---

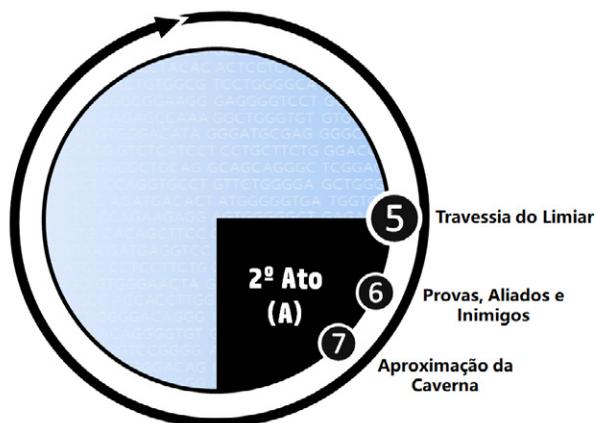
---

---

---

---





❖ Para o segundo momento, o professor poderá trazer materiais complementares, como artigos e notícias (de fontes especializadas) ou até mesmo exibir um documentário, para uma abordagem sobre o conteúdo das atividades ⑤, ⑥ e ⑦.

## Subtema: desordens genéticas e técnicas de manipulação do DNA

### Conteúdo abordado:

- Desordens genéticas.
- DNA recombinante e clonagem molecular.
- Organismos geneticamente modificados (OGM) e transgênicos.

### Habilidades argumentativas:

- Uso consciente de operações epistêmicas, encadeamento de argumentos, contra-argumentação e validação de alegações no grande grupo.



ESTÁGIO

**TRAVESSIA  
DO LIMIAR**



Percebe agora o quanto o compromisso é importante para a mudança? É por isso que caminhamos até aqui com cautela. Era necessário que você tivesse segurança do que fazer e de como agir. Para isso, nos comprometemos aqui em ir até o fim dessa jornada. Portanto, precisamos sempre ter em mente a característica fundamental da argumentação: um processo coletivo que parte de negociações individuais internas, comunicação de forma adequada a um público que, por sua vez, avaliará o conhecimento comunicado e se colocará a favor ou contra a sua conclusão por meio de novas evidências ou do exercício da refutação e estabelecimento de um contra-argumento.

Anteriormente, abordamos no **1º Ato** o processo lógico por trás da representação de um argumento, com a proposição de uma **Conclusão (C)** e a organização dos demais elementos que consideramos para seu embasamento em um esquema, basicamente por meio de uma relação de causa-efeito, negociamos esse argumento em grupo e comunicamos para os demais, sem sermos criticados ou avaliados. Nossos métodos, a partir de agora, seguirão ações um pouco mais complexas, que vamos chamar de operações epistêmicas, ou seja, o trabalho realizado quando utilizamos ações de discurso em busca da compreensão e construção do conhecimento, contrastando visões divergentes e avaliando evidências disponíveis. Precisaremos, logo de início, obter mais conhecimento sobre o domínio da disciplina que estamos estudando. Para tanto, no início desta aula, o seu professor já deve ter apresentado informações importantes sobre o tema que vamos tratar nesta etapa da nossa jor-

nada. Além disso, nossa postura terá que ser constantemente revista e alinhada aos conselhos ensinados a cada um de vocês ao longo do 4º estágio – elas serão muito importantes durante as interações em grupo.

Agora que atravessamos o limiar, teremos que atentar para uma sutil mudança na estrutura e nomenclatura dos elementos do argumento, e, antes que eu comece a explicar, você pode até se perguntar por que nos demos ao trabalho de aprender uma nomenclatura se iremos utilizar outra no final. Mas, tenha sempre em mente que convenções podem ser alteradas de acordo com o contexto e nosso contexto atual passou a ser de discurso e não mais de simples representação.

Assim, como trataremos de agora em diante com a argumentação falada intercalada de esboços e organização do conhecimento por escrito, utilizaremos pequenas adaptações aos elementos do argumento com o intuito de simplificar o câmbio de informações durante o diálogo e tornar as sessões de argumentação mais fluidas.

A **Conclusão (C)** terá a mesma função, sendo que o **Qualificador Modal (Q)** passará a ser implícito ou opcional, permanecendo com denominação de **CONCLUSÃO**. Os **Dados (D)** também continuarão a ter a mesma função no argumento, porém, este elemento receberá a denominação de **EVIDÊNCIAS**. A **Garantia (W)** e o **Apoio (B)** serão mescladas em um elemento de maior abrangência e de mesmo nome, **GARANTIA**. Como podemos notar, a estrutura básica esperada de um argumento para esta etapa permanecerá bastante semelhante à estrutura anterior. Por fim, vimos que a **Refutação (R)** é uma condição de exceção para a validade

do argumento que pode ser expressada tanto de maneira simples quanto elaborada em um argumento bem estruturado (contendo todos os elementos) e contundente, portanto, como perceberão no discurso, precisaremos aceitar refutações melhor fundamentadas e seremos mais exigentes quanto a possíveis críticas. Por isso, a partir de agora, vamos tratar essa situação por meio de um **CONTRA-ARGUMENTO**, ou seja, qualquer posicionamento contrário desde que este apresente uma estrutura argumentativa completa. Observe o esquema a seguir e tente percebê-lo em um diálogo.

Figura 3: Argumento e contra-argumento



Adaptado de Osborne et al. (2016).

Nesse ponto é importante lembrar que nenhum esquema representado pode ser limitante para os discursos em sala de aula ou no nosso dia a dia, porém, reitero o que pretendemos aqui: partir de uma prática estruturada a fim de melhor prepará-lo para justificar alegações cuja validade dependa diretamente da coerência e fundamentação das evidências.

Agora que já compreendemos, em parte, as mudanças dessa nova etapa, tentaremos colocá-las em prática por intermédio da atividade ⑤ descrita a seguir. Após a leitura, será concedido tempo suficiente para a discussão da questão no pequeno grupo formado ao final do **1º Ato**, e, para responder essa questão e as que virão mais adiante, utilizaremos, a partir de agora, um novo *template* (reservado na página seguinte à atividade) para a construção do argumento, que deverá ser preenchido com o posicionamento final e consensual do grupo. Somente quando todos finalizarem esse procedimento será iniciada a primeira sessão discursiva entre o grande grupo, que será mediada pelo professor.



Desordens genéticas são doenças causadas por alguma anormalidade no DNA de um indivíduo, que podem ocorrer por uma mutação (hereditária) em apenas um segmento de um gene, em mais de um gene ou podem, ainda, envolver a adição ou subtração de cromossomos inteiros. A partir dessas características, as desordens genéticas são classificadas em três tipos, de acordo com a causa: 1) desordem de gene único; 2) anormalidades cromossômicas; e 3) desordem multifatorial. O Quadro 3 apresenta as principais características de cada uma.

**Quadro 3** – Tipos de desordens genéticas e suas principais características.

<b>Tipo</b>	<b>Causa</b>	<b>Sintomas e Características</b>	<b>Diagnóstico (Ocorrência)</b>	<b>Exemplos de Doenças</b>
<b>Desordem de Gene Único</b>	Mutação de um segmento do DNA responsável por codificar uma proteína.	Podem se manifestar logo após o parto ou durante a vida do indivíduo.	Determinístico (Rara)	Doença de Huntington; Fenilcetonúria; Fibrose cística; Anemia falciforme.
<b>Anormalidade cromossômica</b>	Duplicidade, deleção ou alteração de um cromossomo (inteiro ou em parte).	São um conjunto de características e sintomas congênitos.	Determinístico (Rara)	Síndrome de Down; Síndrome Cri-du-Chat; Síndrome de Turner.
<b>Desordem multifatorial</b>	Alteração do funcionamento de um ou mais genes aliada a fatores ambientais.	Manifestam-se durante a vida do indivíduo.	Probabilístico (Comum)	Mal de Alzheimer; Diabetes; Câncer de mama e ovário.

**Entendemos que, quando se trata de doenças, independentemente de suas causas, todas trazem sofrimento que gostaríamos que fossem evitáveis. Mesmo assim, pedimos que pondere, especificamente, sobre os tipos de desordens genéticas, e argunte sobre qual tipo você considera o mais grave (exemplos poderão ser considerados evidências).**

*\* Poderá ser concedido tempo adicional para pesquisa e consideração de novas evidências.*

## QUADROS COMPLEMENTARES: EXEMPLOS DE DESORDENS GENÉTICAS

### Desordens de gene único

**Doença de Huntington:** É um transtorno cerebral degenerativo que causa declínio nas capacidades cognitivas, problemas emocionais e de personalidade, além de causar movimentos descontrolados que se tornam mais pronunciados à medida que a doença progride. Ela é causada por uma mutação no gene HTT, responsável por fornecer instruções para produção da proteína huntingtina, que possui papel importante nas células nervosas do cérebro.

*Adaptado de Genetics Home Reference (2018).*

**Fenilcetonúria (PKU):** É uma desordem hereditária que aumenta os níveis do aminoácido fenilalanina, obtido por meio da alimentação, cujo acúmulo pode causar a incapacidade intelectual e outros problemas de saúde graves. É causada por uma mutação no gene PAH, responsável por fornecer instruções para a produção da fenilalanina hidroxilase (PAH), enzima que converte a fenilalanina em outros compostos importantes para o organismo.

*Adaptado de Genetics Home Reference (2018).*

**Fibrose cística:** É uma doença que provoca o acúmulo de muco espesso e pegajoso em muitos órgãos do corpo, causando danos progressivos ao sistema respiratório e problemas crônicos no sistema digestivo. É causada por uma mutação no gene CFTR, responsável por instruir a produção de uma proteína reguladora que funciona como um canal através da membrana de células que produzem muco, suor, saliva, lágrimas e enzimas digestivas.

*Adaptado de Genetics Home Reference (2018).*

### Anormalidades cromossômicas

**Síndrome de Down:** É uma síndrome associada à deficiência intelectual, a uma aparência facial característica e a um tom muscular fraco na infância. Os indivíduos afetados apresentam atrasos cognitivos e uma série de problemas congênitos, como doenças cardíacas. Essa condição cromossômica resulta da trissomia no cromossomo 21, ou seja, cada célula do corpo possui três cópias do cromossomo 21 em vez das duas cópias usuais.

*Adaptado de Genetics Home Reference (2018).*

**Síndrome de Cri-du-chat:** Os bebês com esta condição muitas vezes têm um grito agudo que parece ser um gato. A desordem é caracterizada por deficiência intelectual, desenvolvimento tardio, microcefalia, baixo peso ao nascer e fraco tom muscular na infância, além de possuírem características faciais distintivas e, em alguns casos, problemas cardíacos. A síndrome é causada por uma deleção do fim do “braço curto” (p) do cromossomo 5 (5p-).

*Adaptado de Genetics Home Reference (2018).*

**Síndrome de Turner:** É uma condição cromossômica que afeta o desenvolvimento em mulheres. A característica mais comum é baixa estatura e uma perda precoce da função ovariana, resultando em atrasos de desenvolvimento e infertilidade, além de possíveis anormalidades esqueléticas e problemas renais. Ocorre quando um cromossomo sexual X normal está presente e o outro (X ou Y) está ausente ou estruturalmente alterado.

*Adaptado de Genetics Home Reference (2018).*

### Desordens multifatoriais

**Mal de Alzheimer:** É uma doença degenerativa do cérebro que causa demência, com a perda gradual de memória, julgamento e habilidade funcional. O esquecimento pode ser sutil no início, mas a perda de memória piora ao longo do tempo até que interfira com a maioria dos aspectos da vida diária. Esse distúrbio está relacionado a variações em um ou mais genes em combinação com fatores ambientais e de estilo de vida.

*Adaptado de Genetics Home Reference (2018).*

**Diabetes (tipo 2):** É uma doença caracterizada por níveis anormalmente elevados de açúcar no sangue, cujos sintomas mais comuns são a micção frequente, fadiga, visão turva, problemas de cicatrização e perda de peso. Ela ocorre quando o corpo deixa de utilizar a insulina de maneira correta, prejudicando a regulação dos níveis de açúcar no sangue. Esta condição resulta de uma combinação de fatores genéticos e de estilo de vida.

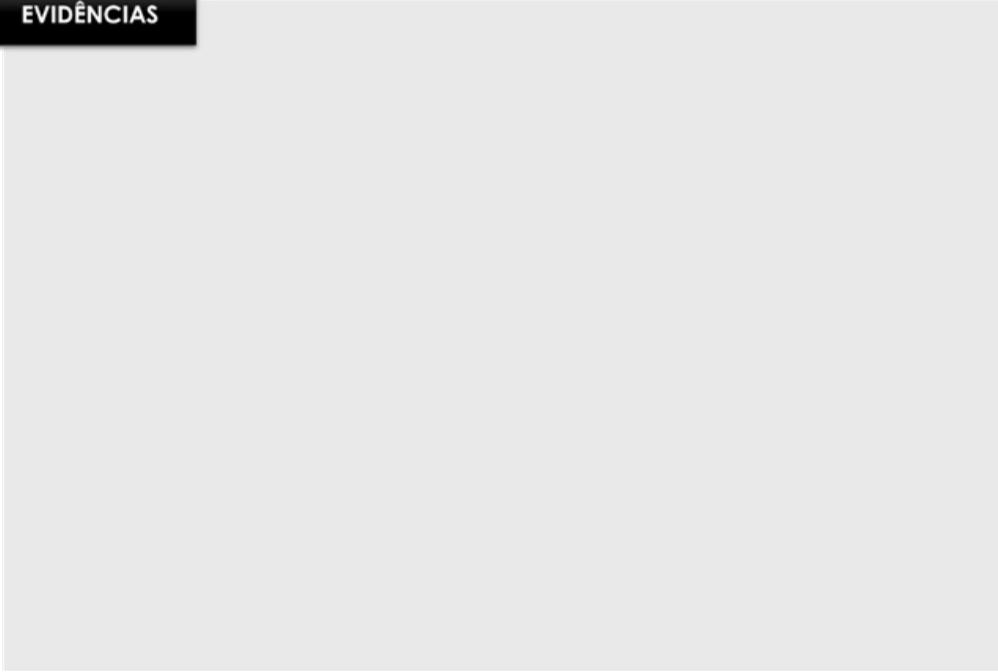
*Adaptado de Genetics Home Reference (2018).*

**Câncer de ovário:** É uma doença que afeta as mulheres. Nessa forma de câncer, certas células do ovário tornam-se anormais e se multiplicam incontrolavelmente para formar tumores. A maioria dos casos da doença ocorre em virtude de alterações genéticas adquiridas durante a vida da mulher. Nos casos hereditários, as mudanças genéticas associadas estão ligadas aos genes BRCA1 ou BRCA2, que também provocam câncer de mama.

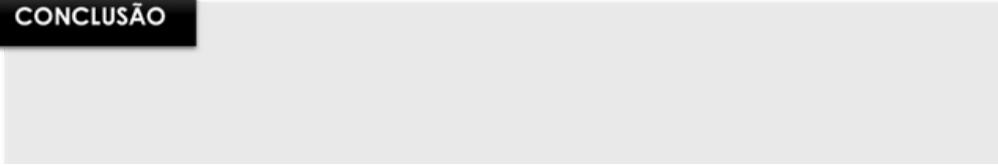
*Adaptado de Genetics Home Reference (2018).*

# ARGUMENTO CONSENSUAL DO GRUPO - 5º ESTÁGIO

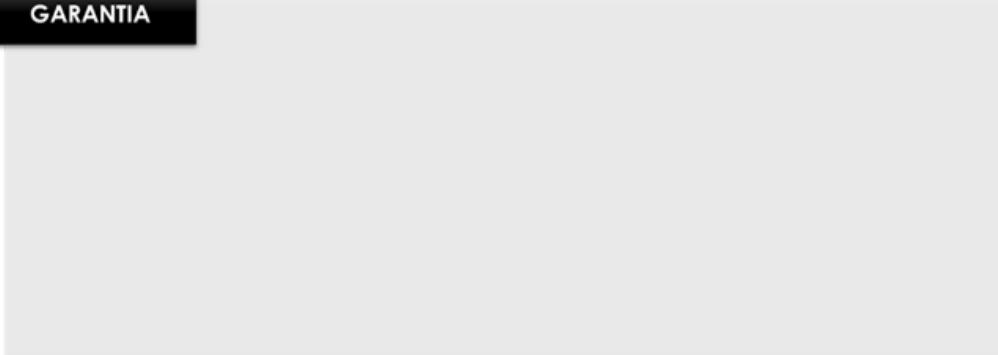
**EVIDÊNCIAS**



**CONCLUSÃO**



**GARANTIA**





ESTÁGIO

**PROVAS, ALIADOS  
E INIMIGOS**



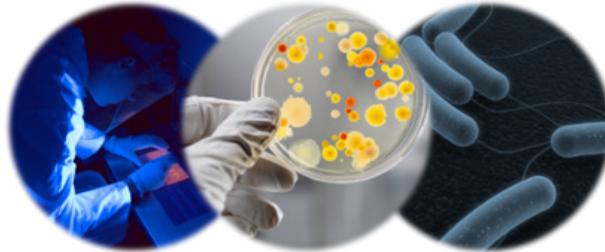
O mundo da argumentação científica demanda uma postura diferenciada, como discutimos no estágio anterior, além de conhecimento sobre questões da ciência que só conseguimos após uma pesquisa dedicada. Para isso, precisaremos de uma equipe maior, mais pessoas pensando junto com você, concordando, discordando, trazendo novas ideias – diversidade de pensamento. Acho que ficou claro o quanto esta jornada possui um contraste drástico com o Mundo Comum, no qual todos nós vivemos. A partir de agora os desafios impostos demandarão mais e mais da sua capacidade argumentativa e, talvez, reencontrar seu mentor não será mais possível. Espero que tenha guardado todas as lições que ele te deixou.

Mas olhe em volta! De maneira alguma você está sozinho... as provas que virão adiante, virão acompanhadas de mais encontros e confrontos. O que quero dizer com isso? Em suma, as orientações já foram repassadas e o que se espera de alguém como você é um misto de ousadia e reflexão nas suas ações discursivas: continue a debater, organize seus pensamentos de uma maneira lógica e busque questionar pontos de vista contrários ao seu.

A partir de agora, a prática e a proficiência nos espera, o ritmo será bem diferente, e só assim conseguiremos superar o grande desafio que temos pela frente e chegar ao fim dessa jornada. Como já deve ter percebido, o caminho não está sendo trilhado somente por você, por isso, existe a possibilidade de novos aliados fazerem parte da sua jornada e, para tanto, você poderá escolher um dos grupos para complementar sua nova

equipe (ou ser escolhido por algum deles). Os grupos anteriormente nomeados por uma letra passarão a ser representados por duas letras (p.e. Grupo “AB”). Agora, em nova companhia, você será capaz de novas ações e novos resultados durante o diálogo em grupo – use isto a seu favor!

A seguir, iniciaremos um grande debate que será provocado pela atividade ⑥ deste material. Isso demandará um trabalho significativo do grupo para tentar reunir e avaliar as evidências disponíveis, diretamente relacionadas com os documentos entregues e apresentados pelo professor no início da aula. Além disso, como dito anteriormente, todos os argumentos elaborados continuarão a ser organizados por meio do *template* sugerido, tendo em vista o aumento na complexidade das questões que estamos enfrentando. O grande diferencial deste debate será o seguinte: um ou dois componentes do grupo, durante a discussão, ficarão responsáveis por fazer anotações em seu próprio formulário sobre os elementos utilizados nos argumentos contrários, proferidos em público pelos demais grupos que porventura venham a ter uma opinião divergente do grupo.



A descoberta da estrutura do DNA e, conseqüentemente, o entendimento de sua função nas células estabeleceu as bases da Engenharia Genética. Em termos de processos biotecnológicos, desde o final da década de 1970, é possível fazer o isolamento de um gene de interesse, sua manipulação e decorrente introdução de um DNA modificado (ou de uma espécie diferente) em um organismo.

Essa tecnologia é denominada **DNA recombinante** e constitui o conjunto de técnicas que podem ser utilizadas tanto para o estudo dos mecanismos de replicação e expressão gênica quanto no desenvolvimento de culturas bacterianas modificadas geneticamente para a produção de moléculas de interesse humano, como a insulina e a somatotrofina (hormônio do crescimento). Ao desenvolvimento das culturas de bactérias modificadas, denominamos **clonagem molecular**.

**Na sua opinião, o DNA recombinante inserido em uma cepa de bactérias que, por sua vez, irão gerar uma cultura bacteriana de clones geneticamente modificados para expressar determinada característica, estará sujeito aos mesmos erros de transcrição e tradução inerentes aos processos genéticos básicos de uma célula?**

*\* Sugestão de vídeo complementar à questão: "Mechanism of Recombination", do DNA Learning Center. (Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=8rXiz-mLjegl>)*

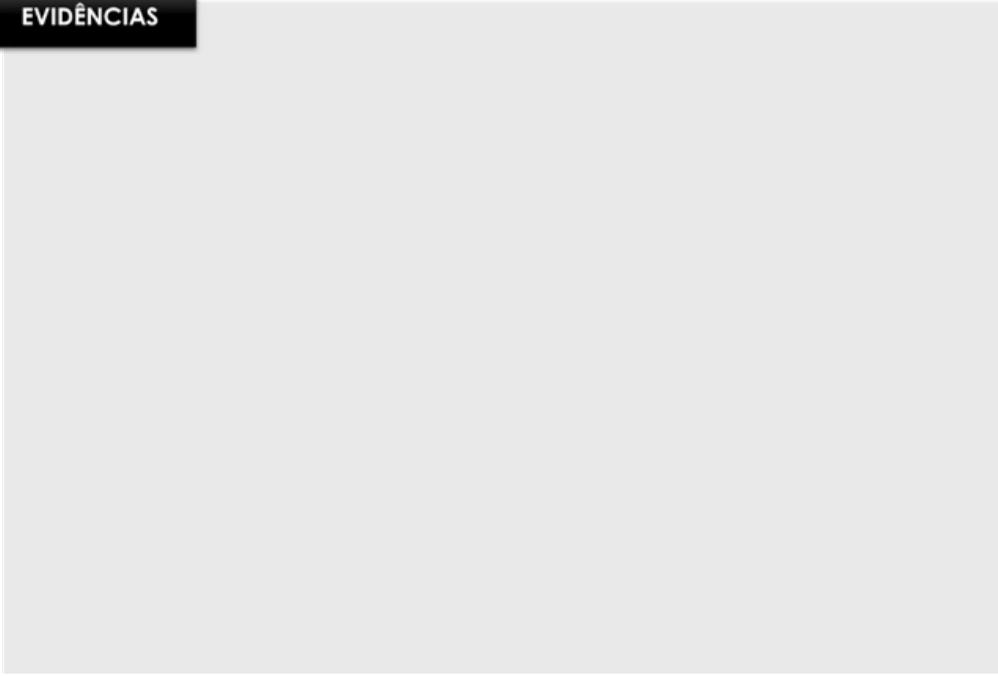
*\* Poderá ser concedido tempo adicional para pesquisa complementar.*

---

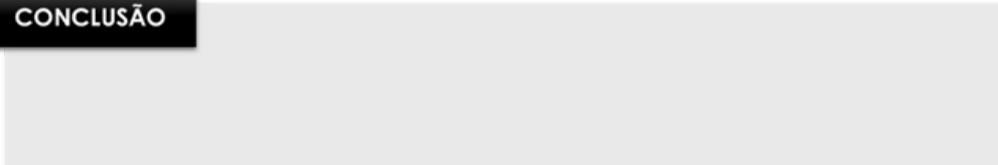
Ao final deste estágio, um representante de cada grupo irá relatar as divergências anotadas durante a prática discursiva e julgar a validade e relevância delas para o argumento do grupo.

# ARGUMENTO CONSENSUAL DO GRUPO - 6º ESTÁGIO

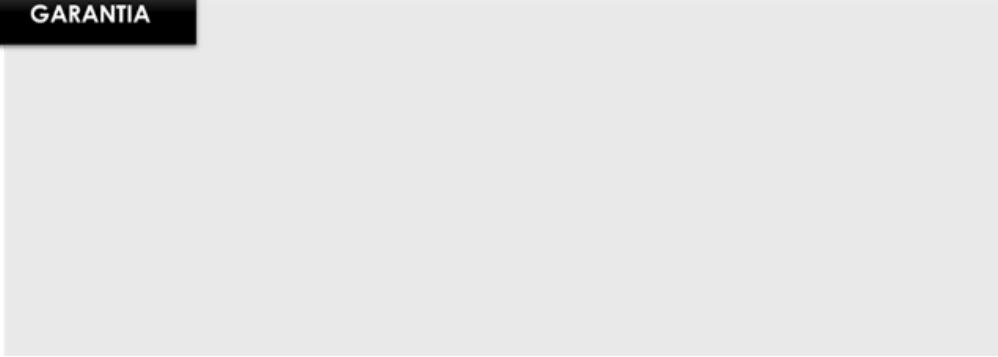
**EVIDÊNCIAS**



**CONCLUSÃO**



**GARANTIA**





ESTÁGIO

**APROXIMAÇÃO DA  
CAVERNA SECRETA**



Consegue perceber que algo está mudando em você? Talvez exista uma disposição diferente para declarar seu ponto de vista sobre questões que “gritam” no nosso dia a dia. Talvez você sinta alguma insegurança ao se deparar com discussões sobre temas que ainda ultrapassam a sua compreensão. Mas, na verdade, posso lhe assegurar que isso é bem normal. Você já possui todas as habilidades necessárias, mas a cada passo que damos adiante, atravessamos uma zona misteriosa que demanda cada vez mais planejamento, reconhecimento e organização para conseguirmos fortalecer nosso argumento.

Para que perceba o tamanho dessa mudança, concederei mais um tempo para uma última reflexão individual antes de seguir sua jornada. Você terá um breve vislumbre da diferença entre as suas habilidades atuais e as de pessoas do Mundo Comum – só assim poderemos seguir até a caverna secreta e enfrentar os últimos estágios dessa jornada.

Vamos direto ao ponto então: a atividade ⑦ apresenta um problema de difícil conclusão, mas, possivelmente você conseguirá elaborar um argumento coerente e bem fundamentado a partir das evidências listadas no enunciado. O que quero que faça é bastante simples: após a leitura da questão, elabore seu argumento individual em um *template* um pouco diferente do que utilizamos nos dois estágios anteriores. **As demais orientações serão apresentadas após a questão.**



Um **organismo geneticamente modificado (OGM)** é uma espécie (de ser vivo) cujas características foram alteradas por meio da edição do próprio DNA da espécie ou adição de uma pequena quantidade de material genético de outros organismos (nesse caso, podem ser denominados **transgênicos**) mediante técnicas moleculares para que sejam expressas características de outras espécies. O principal foco das pesquisas genéticas na indústria agrícola tem sido na melhoria dos resultados das colheitas e, conseqüentemente, maior produção de alimentos. Atualmente, a indústria agrícola utiliza essas técnicas em larga escala, tendo produzido variações de alimentos geneticamente modificados, como: o milho, o tomate, a soja e a mandioca. No Quadro 3 apresentamos algumas informações sobre os alimentos citados.

**Quadro 3:** Exemplos de alimentos geneticamente modificados, principais características e informações gerais sobre sua produção.

Alimento	Designação	Modificações	Questões de saúde	Objetivos
<b>Milho</b> <i>Zea mays</i>	Bt Corn	Controle e supressão de larvas através da expressão da proteína Bt (Cry1Ac)	Inexistente/Desconhecida	Melhor resultado na colheita / Maior Disponibilidade de alimento
	Roundup Ready Corn	Tolerância ao herbicida glifosato permitindo o controle de ervas daninhas	Inexistente/Desconhecida	Melhor resultado na colheita / Maior Disponibilidade de alimento
<b>Tomate</b> <i>Solanum lycopersicum</i>	Flavr Savr Tomato	Retardamento do processo de amadurecimento do fruto	Inexistente	Maior tempo de comercialização
<b>Soja</b> <i>Glycine max</i>	INTACTA RR2 PRO Soy	Tolerância ao herbicida glifosato permitindo o controle de ervas daninhas e Controle e supressão de larvas através da expressão da proteína Bt (Cry1Ac)	Inexistente/Desconhecida	Melhor resultado na colheita / Maior Disponibilidade de alimento
<b>Mandioca</b> <i>Manihot esculenta</i>	BioCassava Plus (BC+)	Aumento em nutrientes como Zinco, Ferro, Proteínas e Vitamina A	Melhoria na saúde	Melhoria na nutrição da população de países subdesenvolvidos

**Na sua opinião, a produção de alimentos geneticamente modificados traz, de fato, algum benefício à população? Argumente.**

# ARGUMENTO PESSOAL - 7º ESTÁGIO

Baseado nas seguintes evidências...

EVIDÊNCIAS

Acredito que...

CONCLUSÃO

Porque...

GARANTIA

---

## ARGUMENTO DO ALUNO 01

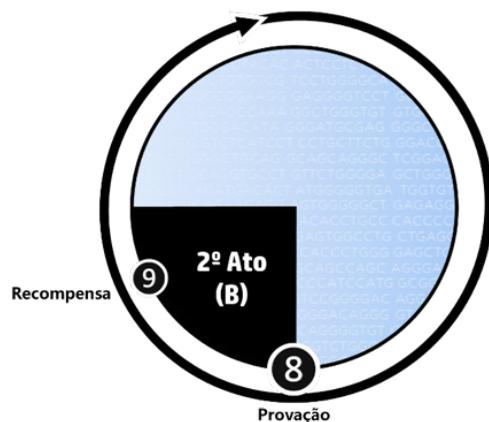
Area for student argument 01.

## ARGUMENTO DO ALUNO 02

Area for student argument 02.

Percebeu que existem outros dois *templates* em branco abaixo do espaço reservado para seu argumento? Espero que você não os tenha preenchido! Preciso que siga os seguintes passos: **a)** procure dois alunos de outras turmas, preferencialmente do ensino médio cursando o mesmo ano que você, e peça para que eles se posicionem quanto à reflexão provocada pela atividade (7); **b)** anote o argumento do seu interlocutor da maneira que ela for articulada; **c)** por fim, agradeça-o pela colaboração (gratidão é sempre importante!).

**Para concluir esse estágio, faça uma análise crítica dos argumentos “coletados”,** ou seja, explique quais foram os problemas que você observou. Por exemplo, se são argumentos ingênuos, se faltam elementos importantes, se a opinião apresentada é baseada apenas no senso comum (ignorando as evidências apresentadas no texto) ou se repete as evidências sem criar uma ponte entre a conclusão e as evidências. De modo complementar, caso o aluno colaborador tenha listado **EVIDÊNCIAS**, julgue se estas realmente sustentam a **CONCLUSÃO**. Essa análise poderá ser feita de maneira livre nos *templates* reservados aos argumentos dos alunos – utilizando, preferencialmente, lápis ou caneta de outra cor.



❖ O professor poderá promover uma sessão de investigação estruturada em laboratórios de informática, com roteiros de pesquisa pré-estabelecidos, a fim de dar subsídios aos alunos para que se posicionem sobre as atividades ⑧ e ⑨.

## Subtema: organismos geneticamente modificados

### Conteúdo abordado:

- Dilema social relacionado ao consumo e produção de alimentos geneticamente modificados.
- Dilema ético relacionado à modificação genética de seres humanos.

### Habilidades argumentativas:

- Debate de opiniões e tentativa de persuasão.



ESTÁGIO

**PROVAÇÃO**



Jornadas são comumente imprevisíveis, acredito que quando você aceitou o chamado não tinha imaginado essa sequência dinâmica de ensinamentos e provações que passamos até agora. Todo o caminho que você trilhou para chegar até aqui teve um propósito que agora pode parecer bem modesto, mas tenho certeza de que a sua experiência lhe rendeu muito mais que o cumprimento de um simples objetivo. Caminhamos para um desfecho, o clímax de nossa jornada, mas antes teremos que encarar uma grande provação!

Apresentaremos, na atividade ⑧, uma situação em que você e seu grupo deverão se posicionar criticamente diante de um problema comum à nossa sociedade, algo que questionará a relação entre ciência e tecnologia diante de pontos de vista éticos e valores pessoais. Vocês dedicarão aproximadamente uma hora-relógio para elaborar uma defesa para a conclusão consensual do grupo, construindo um argumento bem fundamentado, com justificativas válidas e suficientes, embasadas em evidências científicas válidas.

O foco principal deste estágio será a persuasão, e, para isso, participarão desta atividade um grupo de professores convidados pelo professor da disciplina (dois no mínimo e quatro no máximo). A apresentação deverá ocorrer de maneira dialogada e será reservada uma sessão de 10 a 15 minutos para que cada grupo apresente seu ponto de vista à banca, que poderá fazer questionamentos diretos sobre a validade do argumento. Mas não esperemos mais, vamos iniciar a atividade ⑧.



Em 12 de janeiro de 2010, o Haiti sofreu um terremoto catastrófico de magnitude 7,0 na escala Richter, com epicentro próximo à capital do país, devastando toda a cidade de Porto Príncipe e causando a morte de aproximadamente 250.000 pessoas. É difícil estimar o real número de mortos pela catástrofe porque, nas semanas que se seguiram, diversas outras pessoas foram vitimadas por complicações em ferimentos, fome e doenças (como uma subsequente epidemia de cólera). Prontamente, diversos países colaboraram com ajuda humanitária para o desastre, mobilizando expedições de resgate, socorro médico, distribuição de alimentos e recursos monetários.

Mais da metade da população haitiana depende diretamente da agricultura, que tem foco, principalmente, na exportação de manga, cacau e café. Em geral, a maior parte das demandas alimentícias da população depende de importações (~80% do arroz consumido no país), o que serve para constatar que, mesmo antes do desastre, a população já enfrentava (e ainda enfrenta) pobreza e subnutrição. Após o sismo de 2010,

a produção agrícola foi comprometida e havia sérias preocupações do governo de que o país não conseguisse sementes de boa qualidade para a safra daquele ano, algo prejudicial, principalmente, para o desempenho da agricultura de subsistência.

No mês seguinte ao desastre, a empresa multinacional Monsanto ofertou mais de 475 toneladas de sementes de milho e de hortaliças por meio do projeto WINNER. O cronograma do projeto contava com uma distribuição inicial de sementes híbridas e, posteriormente, o país passaria a receber sementes geneticamente modificadas para o melhor cultivo com fertilizantes e defensivos agrícolas específicos. Parte das sementes seria doada de imediato aos agricultores e o restante seria estocado pelo governo para revenda a “preços simbólicos” (mais baratos que sementes convencionais) para as próximas plantações. Basicamente, a doação consistia em uma parceria da empresa com o país para a “modernização” e aumento do desempenho da produção dos pequenos agricultores locais e balanceamento das refeições da população em geral.

No início de maio do mesmo ano, Joana Ford, ministro da Agricultura do Haiti foi a público alegar que receberia a doação de sementes híbridas da Monsanto, porém, se recusaria a receber as sementes geneticamente modificadas por não possuírem a capacidade de gerenciar organismos desse tipo (OGM) no país, além de não disporem de uma lei regulamentadora sobre seu cultivo. No mês subsequente, movimentos ligados aos agricultores queimaram grande parte das sementes doadas inicialmente e, em 4 de junho do mesmo ano, organizaram uma marcha em protesto

à doação da Monsanto, acusando a multinacional de tentar estabelecer uma relação de dependência dos agricultores à empresa.

**Na sua opinião, os agricultores do Haiti deveriam ou não ter aceitado a doação de sementes geneticamente modificadas da empresa Monsanto? Argumente com a intenção de persuadir um público razoável.**

\* Sugestão de vídeo complementar à questão: "Quem é a Monsanto?", da Monsanto Brasil. (Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=HZENVGr9DA>).

\* A página seguinte apresenta informações complementares sobre os tipos de sementes (comuns e OGM).

## Informações complementares sobre os tipos de sementes

### Geneticamente modificadas

- As sementes são patenteadas e pertencem à empresa fornecedora;
- Os agricultores não poderão reutilizar as sementes e, conseqüentemente, terão de comprar da empresa fornecedora;
- As plantações são mais resistentes a pesticidas e ao ataque de insetos e fungos;
- É estimado que a produção agrícola renda por hectare, em média, o dobro de uma colheita convencional;
- Possuem melhor produção com o uso de fertilizantes e defensivos agrícolas (agrotóxicos) vendidos pela mesma empresa.

### Comuns

- As sementes pertencem aos agricultores que, geralmente, reservam parte das sementes da colheita para o próximo plantio;
- As plantações são susceptíveis ao ataque de insetos e fungos;
- Fazem parte do patrimônio genético e cultural do país;
- Rendimento convencional, atendendo (ainda) de maneira ineficaz a demanda alimentar da população;
- Plantações para subsistência utilizam defensivos agrícolas (agrotóxicos) em menor quantidade.

Reservamos na página seguinte um *template* semelhante aos que foram utilizados durante o **2º Ato (A)** para melhor organizar seus dados, mas fique à vontade para utilizar os recursos que considerar necessários para que você e os demais do grupo passem por mais esse desafio.

# ORGANIZAÇÃO DO ARGUMENTO – 8º ESTÁGIO

Baseado nas seguintes evidências..

EVIDÊNCIAS

Acredito que...

CONCLUSÃO

Porque...

GARANTIA



ESTÁGIO

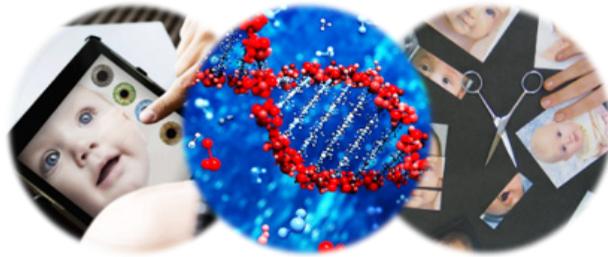
**RECOMPENSA**



Você acaba de sair vitorioso frente ao desafio mais difícil desta jornada. Os convidados estremeeceram diante da força do seu argumento e da sua competência em articular o raciocínio em defesa da sua ideia. Chegamos a um estágio de nossa jornada em que, aparentemente, somos invulneráveis a qualquer desafio que porventura venha a nos ser imposto. É hora de comemorarmos nossa vitória sobre as forças hostis do Mundo Especial! Saímos da caverna e seguiremos o caminho de volta – cumprimos nossa missão!

Antes de ir, saiba que os habitantes do Mundo Especial prepararam algo especial para festejar, mas, como você já deve ter percebido, eles são extremamente apegados à essa tradição da argumentação e vão querer debater novos temas durante os festejos!

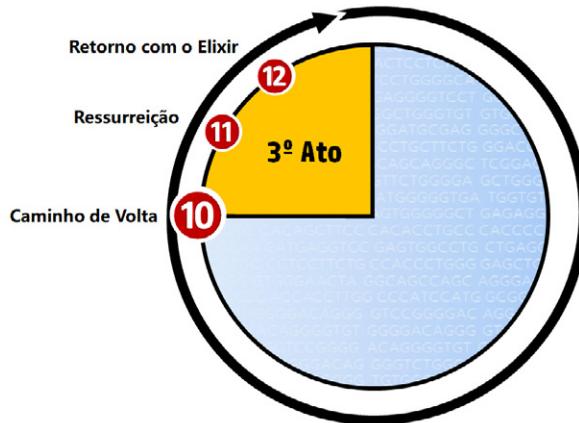
A atividade ⑨, apresentada a seguir, traz um questionamento simples, para um debate informal enquanto provamos pela última vez das delícias e dos costumes desse mundo especial.



Com os avanços biotecnológicos dos últimos anos, as técnicas de manipulação de DNA têm se tornado cada vez mais seguras e precisas, principalmente com o desenvolvimento e aperfeiçoamento da técnica CRISPR-CAS9 em 2015, a partir da pesquisa de um grupo coordenado por Jennifer Doudna (da Universidade da Califórnia, em Berkeley), que abriu diversas possibilidades para a edição do genoma de qualquer organismo vivo, além de simplificar e baratear bastante o processo como um todo. Levando em consideração a precisão dessa técnica nas práticas de alteração genéticas, os cientistas passaram a considerar e sugerir possibilidades de se realizar modificações genéticas em bebês humanos, para que os mesmos possam apresentar características como resistência ou imunidade a determinadas doenças e maior expectativa de vida e, até mesmo, a pré-seleção de características físicas, como altura, cor dos olhos e cabelo – a ideia de se modificar embriões geneticamente é conhecida na comunidade científica como *designer babies*, ou **bebês projetados**.

**Levando em consideração a ideia apresentada nesta questão, você considera correta a modificação genética de embriões para que os bebês possuam características físicas selecionadas?**

---



❖ O professor, no início da aula, deverá apresentar um artigo clássico da área da disciplina como exemplo, e, em seguida, com o objetivo de subsidiar a realização do que será proposto nas atividades ⑩, ⑪ e ⑫, deverá entregar para cada grupo um texto científico sobre temas contemporâneos relacionados ao conteúdo estudado.

### Subtema: “Genética e...”

#### Conteúdo abordado:

- Análise de textos científicos relacionados à Genética.
- Discussões com o tema gerador “Genética e...”.
- Produção textual sobre Genética.

#### Habilidades argumentativas:

- Análise sobre a estrutura argumentativa de textos científicos e apropriação de práticas argumentativas na comunidade científica.



ESTÁGIO

# O CAMINHO DE VOLTA



Você pode não ter percebido, mas durante sua caminhada pelo Mundo Especial, forças maiores foram desafiadas, e elas não te deixarão descansar em paz enquanto não provarem que você estava enganado. Elas farão de tudo para plantar dúvidas sobre suas capacidades e você não poderá deixar que isso aconteça. Na sua tentativa de retorno, é preciso fugir das acusações que lhe possam recair! Estou certo de que isso não acontecerá sem que novas provações se apresentem nesse caminho de volta.

Utilizaremos este último ato da jornada como preparação para a nossa redenção e domínio final do problema. Para tanto, a atividade ⑩ traz uma proposta de reflexão sobre um texto científico disponibilizado pelo professor para que você possa pensar criticamente sobre o tema durante a leitura.



Considerando as possibilidades e as consequências da aplicação de novas técnicas em pesquisas, tratamentos, exames etc., relacionados a genética e biotecnologia, podemos constatar que as discussões sobre temas pertinentes a esse conteúdo são sempre carregadas de aspectos éticos e sociais. Pensando em aprofundar o debate sobre questões que abordem esses aspectos, apresentaremos a seguir quatro textos científicos retirados da revista *Scientific American*, especificamente sobre temas contemporâneos relacionados ao conteúdo de Genética.

#### **Genética e... inteligência**

Texto I – “A Inteligência é Hereditária?” (PLOMIN, 2016, tradução nossa).

#### **Genética e... raça**

Texto II – “Teste de ancestralidade de DNA pode tornar você mais racista?” (KIMEL; KUNST, 2016, tradução nossa).

#### **Genética e... clonagem**

Texto III – “As questões éticas em torno da Clonagem mudaram desde Dolly?” (LOI-KE, 2016, tradução nossa).

## Genética e... família

Texto IV – “Conselheiros dos EUA destacam caminho para bebês geneticamente modificados” (REARDON, 2017, tradução nossa).

**Durante a leitura individual e discussão do texto em grupo, façam uma reflexão sobre as seguintes questões:**

- 1. A opinião dos autores está clara?**
- 2. Você concorda com a opinião dos autores?**
- 3. Os autores citam dados suficientes para apoiar suas alegações?**
- 4. O que é discutido no texto possui algum impacto na sua vida? E na sociedade em geral?**

---

No pequeno grupo, após uma breve discussão, vocês deverão identificar os elementos do argumento que estamos familiarizados: CONCLUSÃO, GARANTIA e EVIDÊNCIAS. Reservaremos um *template*, após os textos, no qual deverão preencher com as informações solicitadas.

## TEXTO I

“A inteligência é hereditária?”

*Robert Plomin*

Cientistas têm investigado esta questão há mais de um século e a resposta é clara: as diferenças entre as pessoas em testes de inteligência são substancialmente o resultado de diferenças genéticas.

Mas vamos descompactar essa frase. Estamos falando de diferenças médias entre as pessoas e não sobre os indivíduos. A inteligência de uma pessoa pode ser desviada do seu potencial genético, por exemplo, por uma doença na infância. Por genética, queremos dizer as diferenças que passaram de uma geração para a outra por meio do DNA. Se todos nós compartilhamos 99,5% de nossos três bilhões de pares de bases de DNA, então apenas 15 milhões de pares de base do DNA nos separam geneticamente. Devemos, ainda, notar que os testes de inteligência incluem exames diversos da capacidade cognitiva e habilidades aprendidas na escola. A inteligência, mais apropriadamente chamada de capacidade cognitiva geral, reflete o desempenho de alguém mediante uma ampla gama de testes variados.

Os genes fazem uma diferença substancial, mas não são toda a história. Eles respondem por cerca de metade de todas as diferenças de inteligência entre as pessoas, então metade não é causada por diferenças genéticas, o que fornece um forte apoio para a importância dos fato-

res ambientais. Esta estimativa de 50% reflete os resultados de gêmeos, adoção e estudos de DNA. A partir deles, sabemos que, por exemplo, mais tarde na vida, as crianças adotadas longe de seus pais biológicos no nascimento são tão semelhantes aos seus pais biológicos como as crianças criadas por seus pais biológicos. Da mesma forma, sabemos que os pais adotivos e seus filhos adotados, geralmente, não se assemelham uns aos outros em inteligência.

Pesquisadores estão agora procurando os genes que contribuem para a inteligência. Nos últimos anos, aprendemos que muitos, talvez milhares, dos genes de pequeno efeito estão envolvidos. Estudos recentes de centenas de milhares de indivíduos encontraram genes que explicam cerca de 5% das diferenças entre as pessoas em inteligência. Este é um bom começo, mas ainda é um longo caminho de 50%.

Outro achado recente particularmente interessante é que a influência genética na inteligência medida parece aumentar ao longo do tempo, de cerca de 20% na infância a 40% na adolescência e 60% na idade adulta. Uma possível explicação pode ser que as crianças procuram experiências que se correlacionam com suas propensões genéticas.

A capacidade de prever o potencial cognitivo do DNA pode ser extremamente útil. Os cientistas podem usar o DNA para tentar mapear as vias de desenvolvimento que ligam genes, inteligência, cérebro e mente. Em termos de implicações práticas, sabemos há décadas sobre centenas de raras desordens de um único gene e anormalidades cromossômicas, como a síndrome de Down, que resultam em deficiência intelectual.

Encontrar genes adicionais que contribuam para a deficiência intelectual pode ajudar-nos talvez a prevenir ou, pelo menos, melhorar esses desafios cognitivos.

Fonte: Scientific American MIND – Is intelligence hereditary? (PLOMIN, 2016, tradução nossa).

## TEXTO II

“Teste de ancestralidade de DNA pode tornar você mais racista?”

*Sasha Kimel & Jonas Kunst*

O uso de kits de ancestralidade de DNA como *23andMe* e *AncestryDNA* está crescendo rapidamente, com 3 milhões de testes vendidos em todo o mundo. Assim como Oprah, Príncipe William e inúmeras celebridades em “*PBS's Finding Your Roots*”, agora você pode obter uma medida percentual de como seu DNA se sobrepõe com todas as principais categorias “raciais”. Só é preciso menos de 200 dólares, uma amostra de saliva e uma espera de seis semanas.

Nossa pesquisa recente, publicada no Boletim de Personalidade e Psicologia Social, sugere que os resultados obtidos podem ter consequências drásticas para seu grau de racismo e hostilidade para com os outros.

Enquanto as diferenças de DNA dos grupos foram enfatizadas no genocídio de Ruanda e da Bósnia, as iniciativas pacifistas destacaram as semelhanças dos grupos étnicos em um esforço para promover a paz.

Isso nos levou a perguntar: quais são os efeitos reais de descobrir que seu DNA é geneticamente semelhante ou diferente de outra população?

Em nossa primeira experiência, os participantes judeus e árabes leram um artigo de notícias citando um estudo científico que relatou altas semelhanças genéticas ou altas diferenças genéticas entre os dois grupos. Pouco depois, medimos seus estereótipos racistas uns com os outros e descobrimos que os artigos que os participantes leram afetaram drasticamente suas atitudes: quando aprenderam sobre as diferenças genéticas, em vez das semelhanças, caracterizaram o outro grupo como mais violento, hostil e mau.

Em uma experiência separada, testamos se os nossos resultados também poderiam afetar o comportamento hostil real. Aqui, levamos os participantes judeus a acreditar que eles estavam jogando um simples jogo computadorizado com um adversário árabe sentado em outra sala. Se o participante judeu ganhasse, eles poderiam dar a seu oponente uma explosão alta de ruído – até a intensidade de um alarme de incêndio. Surpreendentemente, os participantes judeus que tinham aprendido sobre as diferenças genéticas "puniam" o suposto oponente árabe com explosões de ruído mais intensas do que aqueles que tinham aprendido sobre as semelhanças genéticas.

Mas o aprendizado sobre semelhanças ou diferenças genéticas também pode alterar o apoio das pessoas à guerra? Para testar isso, em um terceiro experimento – executado fora do laboratório – nós alocamos aleatoriamente participantes judeus para ler um de nossos vários

artigos de notícias e, em seguida, avaliar o seu apoio à pacificação com os palestinos. Aqui, nossos resultados sugeriram que a aprendizagem sobre similaridades genéticas poderia ser uma intervenção eficaz para reduzir conflitos.

No entanto, quando finalmente levamos o estudo a Israel – um contexto de violência contínua e visões negativas profundamente enraizadas – encontramos algo bem diferente. Aqui, aprender sobre as diferenças genéticas era realmente impactante. Neste experimento de campo, conduzido em comboios de passageiros israelenses, judeus israelitas apoiaram a violência e as políticas de guerra em relação aos palestinos muito mais depois de ler sobre suas diferenças genéticas com árabes.

Porque é extremamente comum obter resultados de análise de ancestralidade de DNA que mostrem sobreposição zero com outras populações ancestrais – populações que muitos de nós já têm opiniões negativas sobre – e porque as diferenças genéticas também são enfatizadas na retórica genocida, esse achado é especialmente alarmante.

Sugerimos que os serviços de ancestralidade de DNA nos lembrem de que nossos resultados de ancestrais são, na verdade, baseados em muito menos de 0,1% de nossos genes. Também sugerimos que organizações como o *International Crisis Group* e o *Genocide Watch* prestem atenção quando a propaganda destacar as diferenças genéticas dos grupos em conflito. A mídia popular também deve ser muito cautelosa ao relatar a genética dos grupos. Notícias e artigos de revistas estão frequentemente relatando o grau de sobreposição de DNA entre grupos

com história de conflito – hutus e tutsis, judeus e árabes, europeus brancos e ciganos, russos e ucranianos, ingleses e irlandeses – mas raramente deixam claro que não existe base genética para a raça.

Até então, ao encontrar informações sobre como nosso DNA é diferente de outras populações, devemos lembrar que essas variações são de fato minúsculas. Se não, isso pode ter consequências drásticas.

Fonte: Scientific American Guest Blog – Can DNA ancestry testing make you more racist? (KIMEL; KUNST, 2017, tradução nossa).

## TEXTO III

“As questões éticas em torno da clonagem mudaram desde Dolly?”

*John Loike*

Ian Wilmut, antes de seu anúncio de 1997 de que havia clonado com sucesso uma ovelha chamada Dolly, contratou uma empresa de relações públicas. Wilmut e seus colegas suspeitaram que a ideia de clonar um mamífero provocaria grandes preocupações éticas em todo o mundo e sentiram que tinham que deixar absolutamente claro que a clonagem reprodutiva humana não era o objetivo de sua pesquisa – que Dolly foi clonada para o propósito puramente comercial de produzir fármacos no leite animal a um custo significativamente inferior aos métodos comerciais convencionais. De fato, em seu artigo da *Nature* descrevendo o ex-

perimento, eles omitiram as palavras "clone" e "clonagem" inteiramente, usando o termo mais obscuro e moralmente neutro "transferência nuclear de células somáticas" (SCNT). Na verdade, quando meus colegas e eu publicamos um documento de acompanhamento sobre a Dolly na *Nature Genetics* em 1999, a revista também nos pediu para não usar o termo carregado, presumivelmente para evitar levantar preocupações éticas.

Mas as precauções de Wilmut e seus colegas não impediram uma investida de reivindicações que esta tecnologia poderia ser aplicada também à clonagem humana e que violaria conseqüentemente diversos princípios éticos. Algumas preocupações eram: que os mamíferos clonados tinham um risco de desenvolver problemas de saúde maior que a média; que a SCNT criou um perigoso precedente que poderia levar, em última análise, a criar bebês; e que os cientistas não devem "brincar de Deus".

Não é de se admirar que a pesquisa Gallup de 1998 revelou que o público se posicionava de forma esmagadora contra a clonagem humana. Muitos cientistas acreditam que essas preocupações éticas impediram Wilmut de receber o Prêmio Nobel.

No entanto, a pesquisa da SCNT levou a muitos resultados importantes. Um dos mais recentes foi relatado em um inovador artigo de 2013 por Shoukhrat Mitalipov e seus colegas. Ele descreveu o uso bem-sucedido da fertilização *in vitro* (FIV) e da tecnologia SCNT para transferir material genético de qualquer célula somática em um ovócito humano. O principal objetivo foi utilizar esta tecnologia para gerar células-tronco específicas de pacientes; também poderia permitir que as mulheres

com doenças mitocondriais tenham filhos saudáveis. Funciona da seguinte maneira: um núcleo é obtido a partir do óvulo de uma mulher com uma mutação em seu DNA mitocondrial e é transferido para um óvulo enucleado de uma mulher com mitocôndrias saudáveis. Este ovócito reconstituído é então fertilizado, via FIV, e implantado na mulher com as mutações mitocondriais para gerar uma criança saudável. Estudos recentes no Reino Unido relatam que esse tratamento é suficientemente seguro para iniciar ensaios em seres humanos.

Mas as mesmas preocupações éticas levantadas por Dolly se aplicam aqui também, junto com uma nova. A tecnologia que pode criar embriões livres de doenças mitocondriais hereditárias requer que três indivíduos doem seu DNA para a criança: o doador de esperma, a mulher com uma doença mitocondrial genética e a mulher que doa mitocôndrias saudáveis. Isso leva a duas questões centrais: a criação de embriões de mais de dois pais genéticos viola um princípio ético? E, de maneira mais prática, quem são os pais da criança?

Alguns eticistas acreditam que, como a quantidade de DNA mitocondrial doado é inferior a 0,2 por cento do DNA total, pode ser considerado irrelevante na atribuição da paternidade. Mas outros apontam para a importância do DNA mitocondrial na embriologia, e argumentam que a doadora de mDNA deve compartilhar a maternidade com a doadora de óvulos.

Acredito que se esta tecnologia de substituição mitocondrial "controversa" começar a gerar crianças saudáveis, a dinâmica ética irá mudar drasticamente para o endosso da SCNT. Lembre-se das preocupações

éticas globais que surgiram em 1978, após o nascimento do primeiro bebê de proveta, Louise Brown, e o temor de que essa tecnologia fosse usada para criar bebês projetados.

No entanto, hoje em dia, mais de cinco milhões de bebês têm nascido usando FIV e a maioria do público agora apoia esta tecnologia. Da mesma forma, o público aceita outra tecnologia baseada em FIV - o uso de diagnóstico genético pré-implantação para selecionar embriões saudáveis para a FIV. A lição da história é clara: as biotecnologias que resultam em uma melhora médica global, como a geração de crianças saudáveis, serão prontamente aceitas pelo público e pela comunidade médica, apesar das preocupações éticas e mesmo religiosas, especialmente à medida que os cientistas continuam a melhorar a segurança da SCNT e de outras tecnologias.

Eu prevejo que, quando o primeiro bebê saudável poupado de uma doença mitocondrial incapacitante for destaque no *YouTube* e *Facebook*, o mundo vai aceitar esta tecnologia, apesar das preocupações éticas. A intensa paixão e desejo de pessoas que querem filhos saudáveis é uma força extremamente poderosa na superação de muitas barreiras éticas e desafios em tecnologias de clonagem.

Fonte: Scientific American Guest Blog – Have the ethical questions surrounding cloning changed since Dolly? (LOIKE, 2016, tradução nossa).

## TEXTO IV

“Conselheiros dos EUA destacam caminho para bebês geneticamente modificados”

*Sara Reardon*

Os cientistas devem ser autorizados a modificar embriões humanos destinados à implantação no útero para eliminar doenças genéticas devastadoras, como anemia falciforme ou fibrose cística – uma vez que as técnicas de edição de genes avancem o suficiente para uso em pessoas e restrições adequadas estejam em vigor. Essa é a conclusão de um relatório de 14 de fevereiro das Academias Nacionais de Ciência, Engenharia e Medicina dos EUA.

O documento de 261 páginas segue uma cúpula das Academias Nacionais de 2015 que reuniu cientistas, especialistas em ética, especialistas legais e grupos de pacientes de todo o mundo. Os organizadores da reunião queriam avaliar as preocupações sobre a edição da linhagem germinativa humana: modificações genéticas em embriões, espermatozoides ou óvulos que possam ser transmitidas aos descendentes.

Dada a série de questões científicas, éticas e legais que cercam a questão, os organizadores concluíram na época que os cientistas ainda não deveriam realizar a edição de linhas germinativas em embriões destinados a estabelecer uma gravidez. Mas, eles decidiram que era aceitável a alteração de embriões humanos em laboratório em prol da pesquisa básica.

O último relatório baseia-se no consenso anterior e delinea limites estritos sob os quais os cientistas poderiam prosseguir no futuro. Recomenda a restrição da técnica a condições médicas severas para as quais não existe outro tratamento. Ele também apela para a cooperação internacional, a estrita regulamentação e supervisão estruturada, o contributo do público para as decisões e acompanhamento de longo prazo às crianças que venham a ter o genoma editado. O relatório acrescenta que, por enquanto, a edição do genoma não deve ser usada para aprimoramento humano, como melhorar a inteligência de uma pessoa ou dar-lhes superforça.

### **GERENCIANDO O INEVITÁVEL**

Os avanços científicos estão tornando a ideia de criar bebês geneticamente modificados em mais que uma possibilidade, diz Alta Charo, uma bioeticista da universidade de Wisconsin-Madison e coautora do relatório. Durante o ano passado, ela disse, os pesquisadores fizeram progressos na compreensão e prevenção das maneiras pelas quais as técnicas de edição do genoma, tais como CRISPR causam mutações não intencionais – um passo necessário antes de usar tais métodos em embriões humanos.

"Até agora, temos falado apenas hipoteticamente e a maioria das pessoas assumiu que simplesmente não se faria isso", disse Charo. "Não estamos dizendo que você tem que ou você deve, mas estamos dizendo que se você puder cumprir esses critérios, é permissível."

Em parte, as recomendações das Academias Nacionais estão tentando antecipar o inevitável. "Estamos muito conscientes de que o turismo médico é um fato da vida global agora", diz Charo. Uma vez que a edição do genoma humano provou ser eficaz, os clínicos que trabalham em países com poucas regulamentações e condições potencialmente inseguras podem começar a modificar embriões e implantá-los em pacientes. "Nós certamente não queremos ver a mesma coisa nos Estados Unidos", diz Charo, "e uma proibição poderia exacerbar o problema".

## A LUZ VERDE

George Church, geneticista da Universidade de Harvard, em Cambridge, Massachusetts, acha que as recomendações são sensatas. Ele diz que seguem o caminho normal para aprovação de drogas, em que uma terapia é testada e aperfeiçoada em casos médicos convincentes antes de ser usada por razões não médicas.

Mas, os dois propósitos podem ser difíceis de afastar e o "sinal verde" para o uso médico "abre a porta em direção ao aprimoramento", diz Church. Por exemplo, os pesquisadores mostraram que um gene chamado GRIN2B é um dos muitos ligados ao transtorno do espectro do autismo. Já mutações que aumentam a quantidade de proteína GRIN2B produzida no corpo também têm sido conectadas a habilidades cognitivas mais elevadas. A modificação do gene para prevenir o autismo pode acabar aumentando os receptores em comparação com a população em geral, diz Church.

No entanto, ele está contente que as academias e muitas outras organizações estão abordando a questão agora. "O momento de fazer com que todos se preocupem com isso é agora, antes que a segurança e a eficácia sejam comprovadas", diz ele. "Assim que eles forem comprovados, é muito difícil negar isso às pessoas".

Fonte: Scientific American Nature Biotech – U.S. advisers outline path to genetically modified babies (REARDON, 2017, tradução nossa).

## ANÁLISE DO TEXTO - 10º ESTÁGIO

Os autores apresentam as seguintes **CONCLUSÕES**...

... e articulam suas **GARANTIAS** da seguinte maneira...

... apresentando as seguintes **EVIDÊNCIAS**...



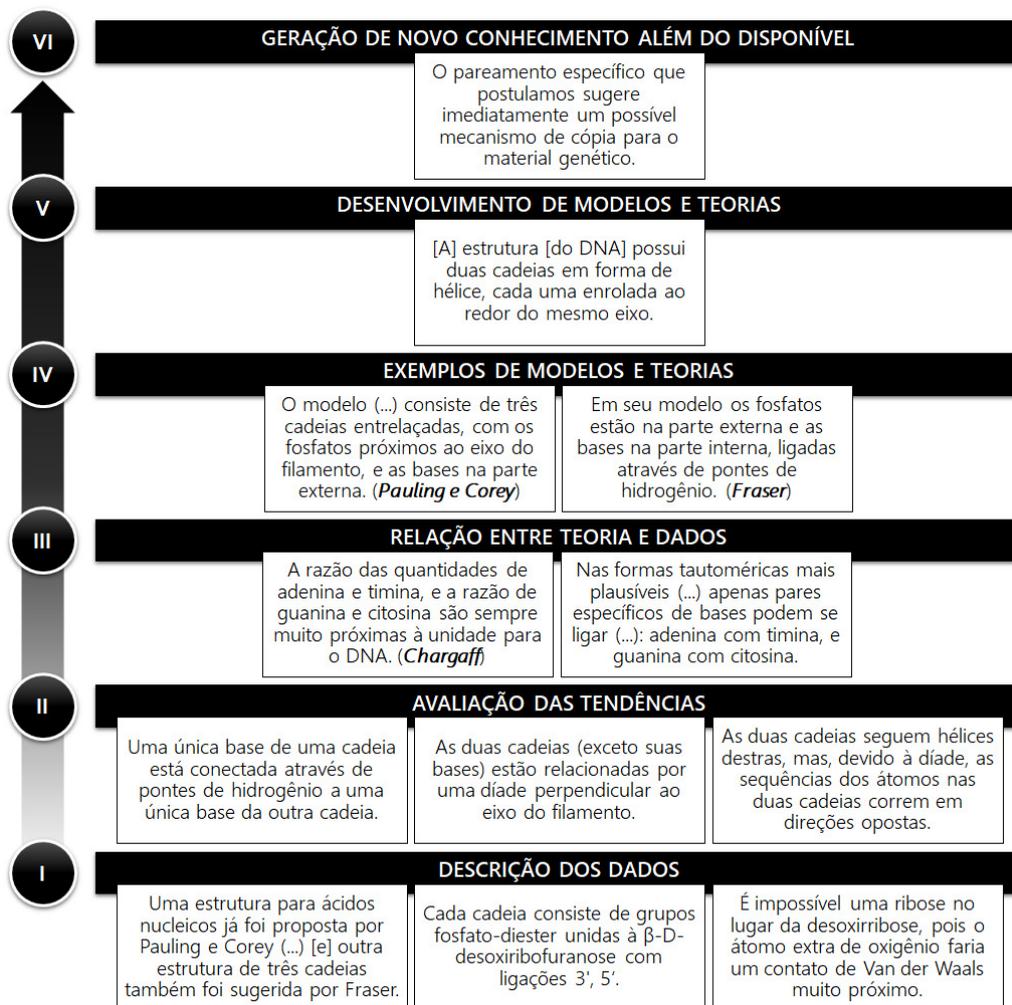
ESTÁGIO

**RESSURREIÇÃO**



Os passos que vocês seguiram no estágio anterior, com a análise do texto e reflexão sobre a atividade ⑩, servirão de base para a composição de um documento final para esta jornada. O referido documento consistirá em um ensaio argumentativo e deverá seguir uma linha de evidências baseada em múltiplas representações de dados, coordenando sua escrita mediante proposições para um argumento, relacionando-as por meio de **níveis epistêmicos** (Kelly e Takao, 2002; Kelly, Regev e Prothero, 2007) para a formação de uma garantia dotada de conteúdo relevante que venha a validar a alegação consensual do pequeno grupo, de uma maneira persuasiva, no grande grupo.

Seguindo os níveis, vocês deverão partir de **descrições de dados (I)**, **avaliar as tendências (II)** e o **relacionamento entre teoria e dados (III)**, **apresentar exemplos de modelos ou teorias (IV)**, e/ou **desenvolver modelos ou teorias (V)**, e, por fim, **apresentar conhecimentos gerais além dos dados disponíveis (VI)**. De modo a facilitar sua compreensão, apresentamos a seguir um exemplo de organização em níveis epistêmicos aplicados ao artigo apresentado no início da aula sobre a proposição da estrutura do DNA, de Watson e Crick (1953).



Essa sequência vai nos permitir construir e avaliar argumentos mais longos, com uma estrutura mais complexa, nos quais os níveis I e II demandam apenas relatos e observações dos dados disponíveis e os demais níveis, do III ao VI, demandarão interpretações para se chegar a uma conclusão (ou conclusões) bem embasada no conhecimento científico. Parece uma tarefa muito difícil, mas tenho certeza que vocês não terão problemas em cumpri-la.

A atividade ⑪, a seguir, apresenta uma pergunta de pesquisa para o tema escolhido pelo grupo, com o intuito de auxiliar na investigação para fundamentar o ensaio argumentativo proposto. Após a atividade, vocês encontrarão um modelo para organização dos dados e considerações para o ensaio mediante níveis epistêmicos. É importante lembrar que os níveis não precisam ser escritos em sequência, basta apenas que o argumento final seja sustentado dessa maneira.



Dando continuidade à reflexão sobre os temas abordados na atividade 10, vamos iniciar a elaboração de um ensaio argumentativo em grupo, que será fundamentado a partir de uma questão de pesquisa, específica de cada tema, para auxiliar na investigação e preparação do esboço para o documento final.

Tema	Questões de Pesquisa
<b>Genética e... inteligência</b>	"O 'coeficiente' genético de inteligência é determinístico sobre as capacidades cognitivas de um indivíduo?"
<b>Genética e... raça</b>	"Existem bases genéticas para o conceito de raça? Caso existam, elas realmente devem ser consideradas?"
<b>Genética e... clonagem</b>	"As técnicas de clonagem terapêutica devem ser utilizadas como meio para obtenção de células-tronco?"
<b>Genética e... família</b>	"A pré-seleção de traços genéticos deve ser utilizada para prevenir doenças hereditárias?"

**A estrutura do documento (esboço) deve apresentar, de maneira clara, a opinião consensual do grupo, a descrição dos dados que levaram em consideração e suas tendências, o conhecimento científico e geral relacionado, além de modelos e exemplos, encadeados de maneira lógica e organizada, trazendo, se possível, algum novo conhecimento sobre posicionamentos éticos e sociais em relação ao tema.**

*\* Um modelo para elaboração do esboço para o ensaio argumentativo está disponível no link abaixo: (<http://bit.ly/2OuDpJZ>)*

*\* O professor irá disponibilizar, além da carga horária prevista para esta etapa, um encontro de orientação com cada grupo, no qual serão dadas orientações sobre o andamento da pesquisa e revisão do esboço.*

# ENSAIO ARGUMENTATIVO (ESBOÇO)

Tema: "Genética e..." \_\_\_\_\_

Pergunta de pesquisa: " \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_?"

Título: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

NÍVEIS EPISTÊMICOS	TEXTO
<b>I</b> Descrição de dados	
<b>II</b> Avaliação das tendências	
<b>III</b> Relação entre teoria e dados	
<b>IV</b> Exemplos de modelos e teorias	
<b>V</b> Desenvolvimento de modelos ou teorias	
<b>VI</b> Geração de novo conhecimento	



ESTÁGIO

**RETORNO COM  
O ELIXIR**



Está acabado. Finalmente você está de volta ao lugar de onde partiu. Conseguiu demonstrar empenho e perseverança no cumprimento de todos os desafios que lhe foram apresentados. Estou certo, e creio que você já percebeu, que seu olhar sobre determinadas questões relacionadas ao conhecimento, geral ou disciplinar, está complementemente diferente, treinado, se preferir. Agora que estamos de volta, nossos comuns vão querer saber por onde andamos e o que fizemos.

Para isso, precisaremos contar nossa história de maneira adequada, que demonstre todo o conhecimento adquirido. Precisamos elaborar o Relato Final, algo que colocará definitivamente nosso nome na história do Mundo Comum e seremos lembrados de agora em diante.

A partir daqui, já podemos abandonar os esquemas e nos dedicaremos à escrita livre do ensaio argumentativo, no qual exporemos nosso posicionamento sobre a temática escolhida. Mesmo que não deva existir um modelo básico, sempre devemos levar em consideração os elementos do argumento para facilitar sua elaboração e deixá-lo mais completo.

A atividade ⑫ apresentará as orientações necessárias para nossa última missão, e, para isso, você utilizará os dados, as interpretações e os argumentos pesquisados e/ou elaborados nos estágios 10º e 11º, de maneira a apresentar uma progressão de suas ideias no decorrer desse último ato. O objetivo final será a conclusão e apresentação do *Ensaio Argumentativo* desenvolvido.



Essa última atividade consiste na reunião das informações contidas no esboço elaborado durante a atividade ⑪, a fim de serem organizadas em um documento final contendo a descrição do **Tema**, um **Título**, os **Autores** e **Orientador**, a **Estrutura** do ensaio (com o desenvolvimento ordenado dos argumentos desenvolvidos pelo grupo), e, por fim, a **Conclusão** do grupo. Após a entrega deste documento final, o grupo deverá preparar uma apresentação para um público restrito, determinado pelo professor, como modo de divulgação do trabalho desenvolvido nesta última etapa da unidade didática.

*\* Recomenda-se que o professor promova uma apresentação pública para outras turmas, preferencialmente na feira de ciências da escola ou em eventos acadêmicos de natureza semelhante.*

Parabéns a todos que chegaram até aqui, mas esse é apenas o final dessa jornada. Muitas outras ainda o esperam nessa longa vida. Estou certo de que você precisará se aventurar por muitos mundos especiais que existem espalhados por aí, só basta que você atenda a um novo chamado. Mas estas serão outras histórias, contadas de maneiras diferentes e por pessoas diferentes. Acredite, seus feitos serão sempre lembrados por mim.

Enfim, esperamos que este material possa ter trazido satisfação semelhante à de ter lido um bom livro, quando sempre achamos que despertamos para algo novo e diferente após a leitura. Obrigado por todo o tempo dedicado a essa missão, que acabou sendo comum a alguns e tendo a participação de tantos outros. Até algum dia!

# REFERÊNCIAS



CAMPBELL, J. **The hero with a thousand faces**. 3. ed. California: New World Library, 2008.

GENETICS HOME REFERENCE. **Health conditions**. Disponível em: <<https://ghr.nlm.nih.gov/condition>>. Acesso em: 27 de ago. 2018.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; ERDURAN, S. Argumentation in science education: an overview. In: ERDURAN, S.; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. (Eds.), **Argumentation in science education**: perspectives from classroom-based research. Springer, 2007. p. 3–27.

KELLY, G. J.; REGEV, J.; PROTHERO, W. Analysis of Lines of Reasoning in Written Argumentation. In: ERDURAN, S.; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. (Eds.), **Argumentation in science education**: perspectives from classroom-based research. Springer, 2007. p. 137–157.

KELLY, G. J.; TAKAO, A. Epistemic levels in argument: An analysis of university oceanography students' use of evidence in writing. **Science Education**, Hoboken, v. 86, n. 3, p. 314–342, 2002.

KIMEL, S.; KUNST, J. Can DNA ancestry testing make you more racist? **Scientific American**, New York, 26 maio 2016. Disponível em: <<https://blogs.scientificamerican.com/guest-blog/can-dna-ancestry-testing-make-you-more-racist/>>. Acesso em: 27 ago. 2018.

LOIKE, J. Have the ethical questions surrounding cloning changed since Dolly? **Scientific American**, New York, 5 jul. 2016. Disponível em: <<https://blogs.scientificamerican.com/guest-blog/have-the-ethical-questions-surrounding-cloning-changed-since-dolly/>>. Acesso em: 27 ago. 2018.

MUKHERJEE, S. **O Gene**: uma história íntima. São Paulo: Companhia das Letras, 2016.

NATURE.COM. Eukaryotic Genome Complexity. **Learn Science at Scitable**. Disponível em: <https://www.nature.com/scitable/topicpage/eukaryotic-genome-complexity-437>. Acesso em: 18 set. 2018.

OSBORNE, J. F. et al. The development and validation of a Learning Progression for Argumentation in Science. **Journal of Research in Science Teaching**, Hoboken, v. 53, n. 6, p. 821–846, 2016.

PLOMIN, R. Is intelligence hereditary? **Scientific American**, New York, 14 abr. 2016. Disponível em: <<https://www.scientificamerican.com/article/is-intelligence-hereditary>>. Acesso em: 27 ago. 2018.

REARDON, S. U.S. advisers outline path to genetically modified babies. **Scientific American**, New York, 14 fev. 2017. Disponível em: <<https://www.scientificamerican.com/article/u-s-science-advisers-outline-path-to-genetically-modified-babies/>>. Acesso em: 27 ago. 2018.

SAMPSON, V.; ENDERLE, P. J.; WALKER, J. P. The development and validation of the Assessment of Scientific Argumentation in the Classroom (ASAC) observation protocol: A tool for evaluating how students participate in scientific argumentation. In: KLINE, M. (Ed.). **Perspectives in scientific argumentation: Theory, practice and research**. New York: Springer, 2011. p. 235–264.

SANMARTÍ, N. El Diseño de Unidades Didácticas. In: PALACIOS, F. J. P.; LEÓN, P. C. (Dir.). **Didáctica de las Ciencias Experimentales: Teoría y Práctica de la Enseñanza de las Ciencias**. Alcoi: Marfil, 2000. p. 239–267.

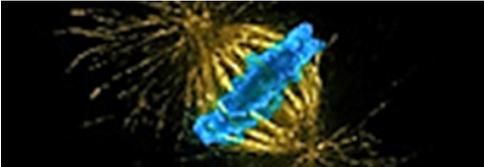
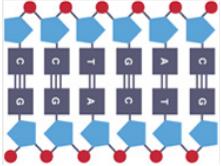
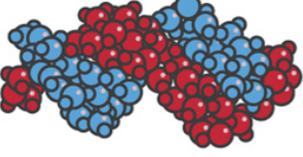
TOULMIN, S. E. **Os Usos do Argumento**. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2006.

VOGLER, C. **A jornada do escritor: estrutura mítica para escritores**. 3. ed. São Paulo: Aleph, 2015.

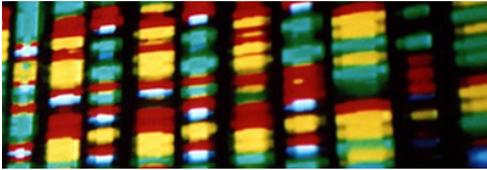
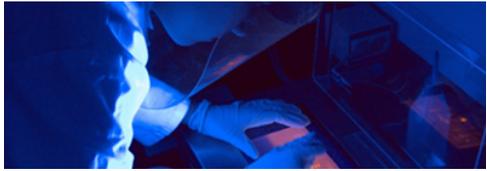
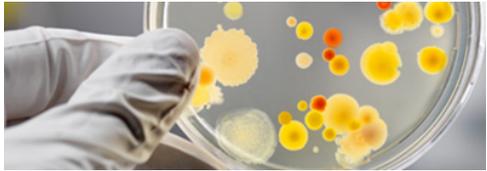
WATSON, J.; CRICK, F. Molecular Structure of Nucleic Acids. **Nature**, New York, v. 171, n. 4356, p. 737-738, Apr. 1953.

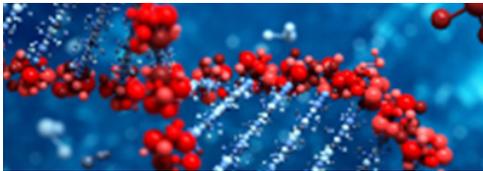
# REFERÊNCIAS DAS IMAGENS



	<p><b>Disponível em:</b> &lt;<a href="http://voupassar.club/divisao-celular-como-ocorre/">http://voupassar.club/divisao-celular-como-ocorre/</a>&gt;. <b>Acesso em:</b> 12 de setembro de 2016.</p>
	<p><b>Disponível em:</b> &lt;<a href="https://noticias.up.pt/descoberta-feita-na-u-porto-questiona-os-canones-da-biologia/">https://noticias.up.pt/descoberta-feita-na-u-porto-questiona-os-canones-da-biologia/</a>&gt;. <b>Acesso em:</b> 12 de setembro de 2016.</p>
	<p><b>Disponível em:</b> &lt;<a href="https://hypescience.com/nova-pesquisa-sugere-que-mulheres-podem-produzir-esperma-e-homens-ovulos/">https://hypescience.com/nova-pesquisa-sugere-que-mulheres-podem-produzir-esperma-e-homens-ovulos/</a>&gt;. <b>Acesso em:</b> 12 de setembro de 2016.</p>
	<p><b>Disponível em:</b> &lt;<a href="https://www.bbc.co.uk/education/guides/z36mmp3/revision">https://www.bbc.co.uk/education/guides/z36mmp3/revision</a>&gt;. <b>Acesso em:</b> 12 de setembro de 2016.</p>
	<p><b>Disponível em:</b> &lt;<a href="https://www.bbc.co.uk/education/guides/z36mmp3/revision">https://www.bbc.co.uk/education/guides/z36mmp3/revision</a>&gt;. <b>Acesso em:</b> 12 de setembro de 2016.</p>
	<p><b>Disponível em:</b> &lt;<a href="https://www.bbc.co.uk/education/guides/z36mmp3/revision">https://www.bbc.co.uk/education/guides/z36mmp3/revision</a>&gt;. <b>Acesso em:</b> 12 de setembro de 2016.</p>
	<p><b>Disponível em:</b> &lt;<a href="http://fishkeepingadvice.com/zebradanio-care-guide/">http://fishkeepingadvice.com/zebradanio-care-guide/</a>&gt;. <b>Acesso em:</b> 12 de setembro de 2016.</p>

	<p><b>Disponível em:</b> &lt;<a href="https://www.theguardian.com/science/2013/jun/13/human-genes-ruling-problem-remains">https://www.theguardian.com/science/2013/jun/13/human-genes-ruling-problem-remains</a>&gt;. <b>Acesso em:</b> 12 de setembro de 2016.</p>
	<p><b>Disponível em:</b> &lt;<a href="http://ciencia.estadao.com.br/blogs/herton-escobar/uma-fabrica-de-camundongos-transgenicos/">http://ciencia.estadao.com.br/blogs/herton-escobar/uma-fabrica-de-camundongos-transgenicos/</a>&gt;. <b>Acesso em:</b> 12 de setembro de 2016.</p>
	<p><b>Disponível em:</b> <a href="http://cromossomosdaenfermagem.blogspot.com/2014/">http://cromossomosdaenfermagem.blogspot.com/2014/</a>&gt;. <b>Acesso em:</b> 12 de setembro de 2016.</p>
	<p><b>Disponível em:</b> &lt;<a href="https://www.thenewdealer.org/opinion/2017/10/11/solving-crimes-dna-modern-technology-play-a-role/">https://www.thenewdealer.org/opinion/2017/10/11/solving-crimes-dna-modern-technology-play-a-role/</a>&gt;. <b>Acesso em:</b> 11 de novembro de 2017.</p>
	<p><b>Disponível em:</b> &lt;<a href="https://scitechdaily.com/dna-storage-record-broken-1-gram-could-hold-as-much-as-455-exabytes/">https://scitechdaily.com/dna-storage-record-broken-1-gram-could-hold-as-much-as-455-exabytes/</a>&gt;. <b>Acesso em:</b> 12 de setembro de 2016.</p>
	<p><b>Disponível em:</b> &lt;<a href="https://www.finansialku.com/tag/bentuk-latihan-kebugaran-jasmani/">https://www.finansialku.com/tag/bentuk-latihan-kebugaran-jasmani/</a>&gt;. <b>Acesso em:</b> 12 de setembro de 2016.</p>
	<p><b>Disponível em:</b> &lt;<a href="https://www.android3g.com/bbva-se-alia-con-un-global-pulse-para-combatir-el-cambio-climatico/">https://www.android3g.com/bbva-se-alia-con-un-global-pulse-para-combatir-el-cambio-climatico/</a>&gt;. <b>Acesso em:</b> 12 de setembro de 2016.</p>

	<p><b>Disponível em:</b> &lt;<a href="https://www.heise.de/newsticker/meldung/Daten-in-Bakterien-DNA-speichern-und-abrufen-3960025.html">https://www.heise.de/newsticker/meldung/Daten-in-Bakterien-DNA-speichern-und-abrufen-3960025.html</a>&gt;.</p> <p><b>Acesso em:</b> 12 de setembro de 2016.</p>
	<p><b>Disponível em:</b> &lt;<a href="http://symbiotica.febiotecdivulga.es/?page_id=244">http://symbiotica.febiotecdivulga.es/?page_id=244</a>&gt;.</p> <p><b>Acesso em:</b> 12 de setembro de 2016.</p>
	<p><b>Disponível em:</b> &lt;<a href="http://3.bp.blogspot.com/_iS27xXgb_CM/TGwMWWCfEBI/AAAAAAAAAFo/6gM8_4ScEM4/s320/bacteria-2.jpg">http://3.bp.blogspot.com/_iS27xXgb_CM/TGwMWWCfEBI/AAAAAAAAAFo/6gM8_4ScEM4/s320/bacteria-2.jpg</a>&gt;.</p> <p><b>Acesso em:</b> 12 de setembro de 2016.</p>
	<p><b>Disponível em:</b> &lt;<a href="http://es.tiching.com/adn-dna-107-parasexualitat-en-bacteris-la-transformacio/recurso-educativo/118122">http://es.tiching.com/adn-dna-107-parasexualitat-en-bacteris-la-transformacio/recurso-educativo/118122</a>&gt;.</p> <p><b>Acesso em:</b> 12 de setembro de 2016.</p>
	<p><b>Disponível em:</b> &lt;<a href="https://www.vix.com/pt/dietas/546901/antioxidantes-fibras-e-mais-beneficios-otimos-do-milho-para-a-dieta-e-saude">https://www.vix.com/pt/dietas/546901/antioxidantes-fibras-e-mais-beneficios-otimos-do-milho-para-a-dieta-e-saude</a>&gt;.</p> <p><b>Acesso em:</b> 12 de setembro de 2016.</p>
	<p><b>Disponível em:</b> &lt;<a href="http://embalagensustentavel.com.br/2011/09/21/4449/">http://embalagensustentavel.com.br/2011/09/21/4449/</a>&gt;.</p> <p><b>Acesso em:</b> 01 de dezembro de 2017.</p>

	<p><b>Disponível em:</b> &lt;<a href="https://www.scientificamerican.com/article/what-do-farmers-think-about-climate-change/">https://www.scientificamerican.com/article/what-do-farmers-think-about-climate-change/</a>&gt;.</p> <p><b>Acesso em:</b> 12 de setembro de 2016.</p>
	<p><b>Disponível em:</b> &lt;<a href="https://stluciatimes.com/2016/10/07/hurricane-matthew-hundreds-dead-haiti/">https://stluciatimes.com/2016/10/07/hurricane-matthew-hundreds-dead-haiti/</a>&gt;.</p> <p><b>Acesso em:</b> 12 de setembro de 2016.</p>
	<p><b>Disponível em:</b> &lt;<a href="https://www.flickr.com/photos/16502322@N03/4806634131">https://www.flickr.com/photos/16502322@N03/4806634131</a>&gt;.</p> <p><b>Acesso em:</b> 12 de setembro de 2016.</p>
	<p><b>Disponível em:</b> &lt;<a href="https://www.bibliotecapleyades.net/ciencia/ciencia_monsanto90.htm">https://www.bibliotecapleyades.net/ciencia/ciencia_monsanto90.htm</a>&gt;.</p> <p><b>Acesso em:</b> 12 de setembro de 2016.</p>
	<p><b>Disponível em:</b> &lt;<a href="https://spicyip.com/2017/08/nobody-puts-beautiful-ip-babies-in-a-corner.html">https://spicyip.com/2017/08/nobody-puts-beautiful-ip-babies-in-a-corner.html</a>&gt;.</p> <p><b>Acesso em:</b> 12 de setembro de 2016.</p>
	<p><b>Disponível em:</b> &lt;<a href="https://inovativelerners.wordpress.com/2016/09/16/8-astonishing-achievements-of-genetic-engineering/">https://inovativelerners.wordpress.com/2016/09/16/8-astonishing-achievements-of-genetic-engineering/</a>&gt;.</p> <p><b>Acesso em:</b> 12 de setembro de 2016.</p>
	<p><b>Disponível em:</b> &lt;<a href="https://prezi.com/n4vma-1yakyf/designer-babies/">https://prezi.com/n4vma-1yakyf/designer-babies/</a>&gt;.</p> <p><b>Acesso em:</b> 12 de setembro de 2016.</p>



**Disponível em:**

<<http://content.time.com/time/covers/0,16641,19970310,00.html>>.

**Acesso em:** 25 de fevereiro de 2017.



**Disponível em:**

<<http://www.propco-property.co.za/template/ArticleDisplay.vm/articleid/4627>>.

**Acesso em:** 20 de março de 2017.



**Disponível em:**

<<https://br.pinterest.com/pin/323062973249021959/>>.

**Acesso em:** 20 de março de 2017.



**Disponível em:**

<<https://www.moadsf.org/event/k-5-education-workshop/>>.

**Acesso em:** 20 de março de 2017.



**Disponível em:**

<<http://www.tabascohoy.com/nota/370403/a-20-anos-de-la-oveja-dolly-exito-de-clonacion>>.

**Acesso em:** 20 de março de 2017.



**Disponível em:**

<<http://revistacrescer.globo.com/Colunistas/Educar-para-a-Vida/noticia/2014/12/filhos-inteligentes.html>>.

**Acesso em:** 20 de março de 2017.



**Disponível em:**

<<https://learn.extension.org/events/1402>>.

**Acesso em:** 20 de março de 2017.

**Disponível em:**

<<http://www.atribuna.com.br/noticias/noticias-detalle/actualidades/clonagem-da-ovelha-dolly-completa-20-anos/>>.

**Acesso em:** 20 de março de 2017.

**Disponível em:**

<<http://magicmind.edu.vn/kien-thuc-day-con/tu-duy-logic-%E2%80%93-toan-hoc-khong-phai-la-thuoc-do-duy-nhat-cua-su-thong-minh.html>>.

**Acesso em:** 20 de março de 2017.



A Editora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN) já publicou livros em todas as áreas do conhecimento, ultrapassando a marca de 150 títulos. Atualmente, a edição de suas obras está direcionada a cinco linhas editoriais, quais sejam: acadêmica, técnico-científica, de apoio didático-pedagógico, artístico-literária ou cultural potiguar.

Ao articular-se à função social do IFRN, a Editora destaca seu compromisso com a formação humana integral, o exercício da cidadania, a produção e a socialização do conhecimento.

Nesse sentido, a EDITORA IFRN visa promover a publicação da produção de servidores e estudantes deste Instituto, bem como da comunidade externa, nas várias áreas do saber, abrangendo edição, difusão e distribuição dos seus produtos editoriais, buscando, sempre, consolidar a sua política editorial, que prioriza a qualidade.



# SOBRE OS AUTORES



**MARCOS LEONARDO MARTINS SILVA**

Licenciado em Biologia pelo IFRN e Mestre em Ensino de Ciências Naturais e Matemática pela UFRN, exerce o cargo de Assistente em Administração no IFRN e atua como Coordenador do Núcleo de Inovação Pedagógica – NIP – no *Campus* Macau. Possui experiência na área de Educação e atua como pesquisador nos seguintes temas: Ensino de Ciências, Argumentação e Design de Jogos Digitais.



**MÁRCIA GORETTE LIMA DA SILVA**

Docente da UFRN no curso de Licenciatura em Química e da Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. Doutora em Educação com pós-doutorado em Didática das Ciências pela Universidad Autónoma de Barcelona. Atuou na educação básica, coordenou o PIBID-Química e o Mestrado Profissional em Ensino de Ciências. Tem experiência em Ensino de Ciências atuando com argumentação e formação de professores.

A unidade didática “DNA: Diálogo, genética e argumentação” foi idealizada como uma proposta lúdica para o ensino explícito da argumentação por meio de modelos estruturados e orientações básicas sobre as ações relacionadas à argumentação, individual e em grupo. Utilizamos, para sua construção, o conteúdo disciplinar de genética e biotecnologia, por reconhecermos a importância de tal conteúdo tanto no contexto científico quanto social, sendo de extrema relevância para o aluno, pois constitui uma temática rica para trabalhar não somente os conceitos científicos, mas também estabelecer uma relação mais próxima com valores sociais, culturais e éticos, favorecendo a formação crítica do indivíduo. A estrutura deste material se utiliza de elementos da jornada do herói e encontra-se organizada por meio de uma sequência de atividades que objetivam promover momentos de diálogo e argumentação em sala de aula, de maneira que os alunos possam comunicar suas opiniões e se expressar de maneira adequada à linguagem científica.

ISBN 978-85-94137-42-5



9 788594 137425 >



INSTITUTO FEDERAL DE  
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
RIO GRANDE DO NORTE



Associação Brasileira  
das Editoras Universitárias