



Transforma

Disciplina:
Química

ATIVIDADE: DOPING NO ESPORTE - CIÊNCIA E ÉTICA

JUNHO DE 2026

REALIZAÇÃO



COMITÊ OLÍMPICO DO
BRASIL

Tema: *Doping* no Esporte: Ciência e Ética

Público-alvo: 9º ano do Ensino Fundamental

Valor Olímpico: Respeito

Habilidade socioemocional: Responsabilidade

BNCC: EF09CI04, EF09CI05

Versão do Material: V1

Objetivo da Atividade

////////

Compreender o que é *doping* e as substâncias proibidas no esporte, analisar reações químicas envolvidas em substâncias dopantes e seus efeitos no organismo, explorar métodos de detecção e promover reflexão ética sobre o uso dessas substâncias no esporte, desenvolvendo responsabilidade por meio da compreensão das consequências científicas e éticas.

Estrutura da Atividade: "*Doping* no Esporte: Ciência e Ética"

////////

1. Introdução ao *Doping* (10 minutos)

- » Definição de *doping* no contexto esportivo.
- » Discussão sobre motivações para o uso de substâncias proibidas.
- » Contextualização histórica e ética.

2. Substâncias Proibidas e seus Efeitos (15 minutos)

- » Categorias de substâncias proibidas no *doping*.
- » Mecanismos de ação no organismo.
- » Efeitos no desempenho e na saúde.

3. Análise Química Detalhada (15 minutos)

- » Estrutura química do estanozolol.
- » Reações no organismo.
- » Efeitos colaterais e riscos à saúde.

4. Métodos de Detecção (10 minutos)

- » Técnicas laboratoriais para identificação.
- » Evolução dos testes antidoping.
- » Desafios científicos na detecção.

5. Atividade em Grupos e Reflexão (10 minutos)

- » Pesquisa sobre substâncias específicas.
- » Apresentações dos grupos.
- » Discussão ética sobre ciência e esporte.

Definição e Contexto do *Doping*

////////

O que é *Doping*?

Definição oficial da WADA (Agência Mundial Antidoping): "*Doping* é definido como a ocorrência de uma ou mais violações das regras antidoping estabelecidas no Código Mundial Antidoping."

CrITÉRIOS para Substâncias Proibidas

Uma substância é considerada proibida se atender a **pele menos dois** dos seguintes critérios:

1. **Melhora ou tem potencial para melhorar** o desempenho esportivo.
2. **Representa risco real ou potencial** à saúde do atleta.
3. **Viola o espírito do esporte** (ética, *fair play*, honestidade).

Categorias de Substâncias Proibidas

////////

1. Esteroides Anabolizantes

Definição

Substâncias sintéticas relacionadas aos hormônios sexuais masculinos (principalmente testosterona) que promovem o crescimento muscular.

Exemplos Comuns:

- » Testosterona e seus derivados
- » Estanozolol (Winstrol)
- » Nandrolona (Deca-Durabolin)
- » Metandrostebolona (Dianabol)

Mecanismo de Ação:

1. Ligação a receptores androgênicos nas células musculares.
2. Ativação da síntese proteica (anabolismo).
3. Aumento da retenção de nitrogênio.
4. Redução da degradação muscular (catabolismo).

Efeitos no Desempenho:

- » Aumento da massa muscular.
- » Incremento da força.
- » Melhora da recuperação.
- » Redução da fadiga.

Efeitos Colaterais:

Homens:

- » Atrofia testicular.
- » Diminuição da produção de esperma.
- » Calvície precoce.
- » Aumento das mamas (ginecomastia).

Mulheres:

- » Masculinização (virilização).
- » Engrossamento da voz.
- » Crescimento de pelos faciais.
- » Irregularidades menstruais.

Ambos os sexos:

- » Danos hepáticos.
- » Problemas cardiovasculares.
- » Alterações de humor (agressividade).
- » Dependência psicológica.

2. Hormônios Peptídicos

Exemplos:

- » **EPO (Eritropoietina):** Aumenta produção de glóbulos vermelhos.
- » **Hormônio do Crescimento (GH):** Promove crescimento muscular.
- » **Insulina:** Melhora captação de glicose pelos músculos.
- » **IGF-1:** Estimula crescimento celular.

EPO - Análise Detalhada:

Função natural: Regula produção de eritrócitos na medula óssea.

Uso indevido: Aumenta capacidade de transporte de oxigênio.

Riscos: Espessamento do sangue, risco de trombose.

3. Estimulantes

Exemplos:

- » Anfetaminas
- » Cocaína
- » Efedrina
- » Modafinil

Efeitos:

- » Aumento do estado de alerta.
- » Redução da sensação de fadiga.
- » Melhora da concentração.
- » Aumento da frequência cardíaca.

Riscos:

- » Arritmias cardíacas.
- » Hipertensão.
- » Superaquecimento corporal.
- » Dependência.

Análise Química: Estanozolol

////////

Estrutura Química

Fórmula molecular: $C_{21}H_{32}N_2O$

Nome IUPAC: 17-metil-2'H-5 α -androst-2-eno[3,2-c]pirazol-17 β -ol

Características Estruturais:

- » **Esteróide sintético** derivado da testosterona.
- » **Anel pirazol** anexado (diferença da testosterona).
- » **Grupo metil** na posição 17 α (aumenta biodisponibilidade oral).
- » **Estrutura planar** rígida típica de esteróides.

Mecanismo de Ação Molecular:

1. Ligação ao Receptor:

Estanozolol + Receptor Androgênico → Complexo Esteróide-Receptor

2. Translocação Nuclear:

O complexo migra para o núcleo celular.

3. Ligação ao DNA:

Complexo + DNA → Ativação de genes específicos

4. Síntese Proteica:

DNA → mRNA → Proteínas musculares

Metabolismo no Organismo:

Absorção:

- » **Via oral:** Biodisponibilidade de 80-90%
- » **Via intramuscular:** Liberação lenta (*depot*)

Distribuição:

- » **Ligação às proteínas plasmáticas:** 99%
- » **Volume de distribuição:** Alto (tecido muscular)

Metabolização:

Local: Principalmente fígado (enzimas CYP450) **Metabolitos principais:**

- » 3'-hidroxi-estanozolol
- » 16β-hidroxi-estanozolol
- » 4β-hidroxi-estanozolol

Eliminação:

- » **Via urinária:** 90% dos metabolitos.
- » **Meia-vida:** 8-9 horas (forma ativa).
- » **Detecção:** Até 2 meses após uso.

Reações Químicas Envolvidas:

1. Hidroxilação:

Estanozolol + O₂ + NADPH + H⁺ → Hidroxi-estanozolol + NADP⁺ + H₂O
(Catalisada por CYP3A4)

2. Conjugação:

Hidroxi-estanozolol + Ácido glucurônico → Glucuronídeo conjugado
(Fase II da biotransformação)

Efeitos Fisiológicos Específicos:

Anabolismo Proteico:

- » ↑ Síntese de actina e miosina
- » ↑ Retenção de nitrogênio
- » ↑ Síntese de creatina fosfoquinase

Sistema Endócrino:

- » ↓ Produção natural de testosterona (feedback negativo)
- » ↓ Hormônio luteinizante (LH)
- » ↓ Hormônio folículo estimulante (FSH)

Metabolismo Lipídico:

- » ↓ HDL-colesterol ("colesterol bom")
- » ↑ LDL-colesterol ("colesterol ruim")
- » ↑ Triglicerídeos

Métodos de Detecção Antidoping

////////

1. Cromatografia Líquida (HPLC)

Princípio:

Separação de compostos baseada na diferença de afinidade entre fase móvel e estacionária.

Procedimento:

1. Preparação da amostra (urina/sangue).
2. Extração dos analitos.
3. Injeção no sistema cromatográfico.
4. Separação na coluna.
5. Detecção e quantificação.

Vantagens:

- » Alta precisão.
- » Versatilidade para diferentes substâncias.
- » Quantificação precisa.



2. Espectrometria de Massa (MS)

Princípio:

Identificação baseada na massa molecular e padrão de fragmentação.

Processo:

1. Ionização da amostra.
2. Separação dos íons por massa/carga.
3. Detecção e análise do espectro.

Vantagens:

- » Especificidade muito alta.
- » Sensibilidade extrema.
- » Identificação inequívoca.

3. Cromatografia Gasosa (GC-MS)

Aplicação:

Detecção de esteroides anabolizantes após derivatização.

Processo:

1. Hidrólise enzimática (liberação de conjugados).
2. Derivatização (aumento da volatilidade).
3. Separação cromatográfica.
4. Detecção por espectrometria de massa.

4. Passaporte Biológico

Conceito:

Monitoramento longitudinal de parâmetros biológicos individuais.

Parâmetros Monitorados:

- » **Hematológicos:** Hemoglobina, hematócrito, reticulócitos.
- » **Esteroidais:** Testosterona, epitestosterona, androsterona.

Vantagem:

Detecção de *doping* mesmo sem identificação de substância específica.

Atividades Práticas para Grupos

////////

Grupo 1: Esteroides Anabolizantes

Substância foco: Testosterona

Pesquisar:

- » Estrutura química e função natural.
- » Como é detectada nos testes.
- » Casos famosos de uso indevido.
- » Alternativas legais para melhoria de performance.

Grupo 2: Hormônios Peptídicos

Substância foco: EPO (Eritropoietina)

Pesquisar:

- » Função biológica normal.
- » Como melhora performance em esportes de resistência.
- » Métodos de detecção específicos.
- » Riscos para a saúde.

Grupo 3: Estimulantes

Substância foco: Anfetaminas

Pesquisar:

- » Mecanismo de ação no sistema nervoso.
- » Efeitos no desempenho esportivo.
- » Testes de detecção.
- » Diferença entre uso médico e *doping*.



Grupo 4: Designer Drugs

Substância foco: THG (Tetraidrogestrinona)

Pesquisar:

- » O que são drogas sintéticas "*designer*".
- » Como são desenvolvidas para evitar detecção.
- » Caso BALCO.
- » Desafios para laboratórios *antidopings*.

Roteiro para Apresentações:

1. **Introdução (1 minuto):** O que é a substância?
2. **Química (2 minutos):** Como funciona no corpo?
3. **Detecção (1 minuto):** Como é identificada?
4. **Ética (1 minuto):** Por que é problemática?

Questões para Discussão e Reflexão

////////

Questões Científicas:

1. Como a estrutura química de uma substância determina seus efeitos no corpo?
2. Por que algumas substâncias são mais difíceis de detectar que outras?
3. Como os métodos de detecção evoluíram ao longo do tempo?
4. Qual o papel da biotransformação na eliminação de substâncias dopantes?

Questões Éticas:

1. É ético utilizar o conhecimento científico para burlar os testes *antidoping*?
2. Como equilibrar avanços médicos legítimos com prevenção ao *doping*?
3. Qual a responsabilidade dos cientistas no desenvolvimento de substâncias?
4. Como proteger atletas jovens da pressão para usar substâncias proibidas?

Questões de Aplicação:

1. Como a ciência pode ajudar a tornar o esporte mais justo?
2. Que tecnologias futuras podem melhorar a detecção de *doping*?
3. Como educar atletas sobre os riscos científicos do *doping*?
4. Qual o papel da química forense no esporte?

Experimentos e Demonstrações

////////

Demonstração 1: Solubilidade de Esteroides

Objetivo: Mostrar propriedades físico-químicas dos esteroides.

Materiais:

- » Amostras de colesterol (esteroide natural)
- » Água destilada
- » Solventes orgânicos (etanol, éter)
- » Tubos de ensaio

Procedimento:

1. Testar solubilidade do colesterol em água.
2. Testar solubilidade em solventes orgânicos.
3. Explicar a relação com a absorção e a distribuição no corpo.

Demonstração 2: Teste de pH em Urina

Objetivo: Mostrar como alterações podem afetar testes.

Materiais:

- » Amostras de água com diferentes pH.
- » Papel indicador de pH.
- » Soluções tampão.

Procedimento:

1. Medir pH de diferentes soluções.
2. Explicar como pH afeta estabilidade de substâncias.
3. Relacionar com manipulação de amostras.

Recursos Multimídia

////////

Vídeos Recomendados:

- » *Untold: A Vergonha do Doping* (Documentário sobre caso de *doping*)

Avaliação

////////

Critérios para Responsabilidade:

1. **Compreensão de consequências:** O aluno entende as implicações científicas e éticas do *doping*?
2. **Análise crítica:** Consegue avaliar riscos e benefícios de forma objetiva?
3. **Aplicação ética:** Relaciona conhecimento científico com responsabilidade social?
4. **Tomada de decisão:** Demonstra capacidade de fazer escolhas éticas informadas?

Instrumentos de Avaliação:

- » **Apresentações em grupo:** Qualidade da pesquisa e clareza na exposição.
- » **Participação em discussões:** Engajamento ético nas reflexões.
- » **Análise de casos:** Capacidade de aplicar conhecimentos a situações reais.
- » **Reflexão escrita:** Síntese pessoal sobre ciência e ética no esporte.

Rubrica de Avaliação:

Critério	Excelente	Satisfatório	Em Desenvolvimento
Conhecimento científico	Explica estruturas e mecanismos claramente	Compreende conceitos básicos	Compreensão superficial
Análise ética	Discussão profunda sobre implicações	Algumas reflexões éticas	Pouca reflexão ética
Aplicação prática	Conecta ciência com casos reais	Algumas conexões estabelecidas	Poucas conexões feitas
Responsabilidade	Demonstra consciência das consequências	Alguma consciência mostrada	Pouca consciência evidenciada

Interdisciplinaridade

////////

- » **Com Educação Física:** Métodos legais de melhoria de performance.
- » **Com Biologia:** Sistemas fisiológicos afetados pelo *doping*.
- » **Com Filosofia:** Ética no esporte e *fair play*.
- » **Com Sociologia:** Pressões sociais no esporte de alto rendimento.

Aspecto Legal e Regulatório

////////

Legislação Brasileira:

- » **Lei 9.615/98 (Lei Pelé):** Regulamenta o esporte no Brasil.
- » **Lei 13.322/16:** Alterou a Lei Pelé, incorporando dispositivos específicos sobre controle de dopagem e criando a **Autoridade Brasileira de Controle de Dopagem (ABCD)**.
- » **Decreto 7.630/11:** Instituiu a ABCD na estrutura do Ministério do Esporte.
Obs.: revogado posteriormente, mas marcou a criação formal da autoridade nacional antidopagem.

Código Brasileiro Antidopagem (CBA):

- » Adota as diretrizes do **Código Mundial Antidopagem (WADA)**.
- » Estabelece sanções disciplinares como suspensão de **2 a 4 anos em caso de primeira violação** e, em reincidência, possibilidade de **suspensão vitalícia**.
- » As penalidades seguem parâmetros internacionais e são aplicadas pela ABCD, mas não configuram crime penal — tratam-se de sanções esportivas.

ABCD (Autoridade Brasileira de Controle de Dopagem):

- » **Missão:** Implementar o programa nacional antidopagem no Brasil, alinhado às normas da WADA.
- » **Atividades:** Realização de testes, programas de educação e ações de investigação.
- » **Laboratório:** O Brasil conta com o **Laboratório Brasileiro de Controle de Dopagem (LBCD/UFRJ)**, credenciado pela WADA para realizar análises oficiais.

Valor Olímpico em Destaque: Respeito

///////

Esta atividade desenvolve o respeito por meio da compreensão científica das consequências do *doping* para a saúde, para a justiça esportiva e para a integridade da competição. Os alunos aprendem que o respeito no esporte abrange múltiplas dimensões: respeito pelo próprio corpo (não colocando substâncias prejudiciais), respeito pelos adversários (competindo de forma justa), respeito pelas regras (seguindo regulamentos *antidoping*) e respeito pelo esporte (preservando seus valores fundamentais). A química demonstra que escolhas aparentemente simples podem ter consequências moleculares complexas, desenvolvendo responsabilidade científica e ética que transcende o esporte e se aplica a todas as áreas da vida onde conhecimento e integridade se encontram.

TRANSFORMA | COB - www.cob.org.br/cultura-educacao/transforma

REALIZAÇÃO



COMITÊ OLÍMPICO DO
BRASIL

