

Autor: Pietro de Camargo Palma

Série: segunda (2016) do Ensino Médio

Profs.: Lílian Siqueira, Fábio Siqueira

Colégio: Col. Bandeirantes

Cidade: São Paulo

Dopagem bioquímica: uma questão vital

As Olimpíadas, também conhecidas como Jogos Olímpicos de Verão, são eventos esportivos nos quais milhares de atletas do mundo todo se reúnem para participar de competições dos mais diversos esportes. A bandeira olímpica, que é formada por cinco anéis coloridos entrelaçados (um para cada continente), representa essa união de povos. A paz, a amizade e o bom relacionamento entre todas as partes são os principais fundamentos das Olimpíadas, que atualmente ocorrem de quatro em quatro anos, sempre em anos pares, e alternando com a Copa do Mundo. Esses princípios, porém, não são suficientes para inibir os jogadores a utilizarem-se de meios ilícitos para ganhar vantagens nas competições, afinal a ganância acompanha o ser humano desde que temos registro. As pessoas querem ter mais do que podem e devem ter, e quem acha que esse comportamento é decorrente da modernidade está muito enganado: desde o século VII a.C., na Grécia Antiga, onde ocorreram originalmente os Jogos Olímpicos, os atletas já recorriam a recursos que extrapolavam os limites naturais dos próprios corpos: segundo um texto do escritor Philostratus, redigido aproximadamente em 776 a.C., os esportistas gregos bebiam chás compostos por diversas ervas, comiam cogumelos e até testículos de touro para atingir melhores marcas durante as competições.

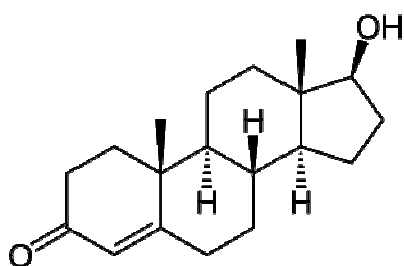


Figura 1: Testosterona, um esteroide anabolizante presente nos testículos dos mamíferos

A Química está mais presente na nossa vida mais do que pensamos. Até mesmo os conceitos de “vida” e de “química” se relacionam por si só; afinal, todos os processos que definem a vida, desde o crescimento, isto é, a absorção e reorganização cumulativa de matéria originada do meio, até a reprodução, resposta a estímulos e evolução, são estritamente delimitados pelas mais diversas reações químicas. Sem elas não haveria vida de forma alguma, pelo menos não como a conhecemos. Não poderia ser diferente no âmbito da dopagem bioquímica: os elementos que podem tornar o atleta mais forte e mais rápido, que são utilizados, como vimos, desde a Antiguidade, não passam de substâncias químicas que, de alguma forma, modificam o funcionamento, digamos, “natural” do corpo do indivíduo que as usa. Em outras palavras, dopagem é a utilização de drogas que promovem o aumento ilícito do rendimento do atleta, sendo considerada uma espécie de trapaça por propiciar vantagem notória dele em relação aos participantes que não utilizarem a mesma técnica. Essas substâncias, além de tudo, costumam ser danosas para o corpo de quem as usa, pois tal não foi selecionado para recebê-las.

É inegável, porém, que o desenvolvimento da Química permitiu a elaboração de drogas cada vez mais potentes, com menos efeitos colaterais e também mais difíceis de serem detectadas. Na época da Grécia Antiga, a dopagem era limitada às substâncias que podiam ser extraídas diretamente do meio ambiente, já que não havia conhecimento suficiente na época para sintetizar drogas desse tipo. Além disso, os gregos valorizavam muito o pensamento em detrimento da experiência, o que explica o porquê de a Química não ser nem um pouco avançada na Grécia Antiga. Com o tempo, porém, esse contexto foi se transformando, e já em 1886, onde se via o uso indiscriminado de estimulantes pelos atletas, morreu pela primeira vez um esportista por causa do uso dessas drogas: o ciclista inglês Arthur Vincent Linton, após usar uma mistura de cocaína com nitroglicerina e pedalar a Corrida dos 600 km entre Bordeaux e Paris, sofreu exaustão física e não resistiu. Se você está se perguntando se a nitroglicerina de que estamos tratando é aquela explosiva, utilizada para fabricar dinamite, é ela mesma. Além de altamente explosiva, a substância com nome IUPAC 1,2,3-trinitroxipropano, assim como muitos outros compostos com grupos do tipo “NO_x”, tem efeito vasodilatador quando no corpo humano, pois se decompõe no metabólito ativo NO, que indiretamente fosforila diversas proteínas que são responsáveis por diminuir os níveis intracelulares do íon cálcio (Ca²⁺), levando ao relaxamento muscular dos vasos sanguíneos e, conseqüentemente, ao aumento do fluxo sanguíneo. Aliada à cocaína, que é um poderoso estimulante e, portanto, aumenta a frequência de batimentos cardíacos, tem-se um aumento maior ainda do fluxo de sangue (que implica em mais oxigenação, e assim maior taxa de respiração celular e maior atividade muscular). Além disso, este óxido reduz os espasmos coronários (que são consideravelmente aumentados pela cocaína, sendo esse um dos motivos que levam à overdose dessa droga), diminuindo o risco de infarto do miocárdio e aumentando o fornecimento de oxigênio ao coração.

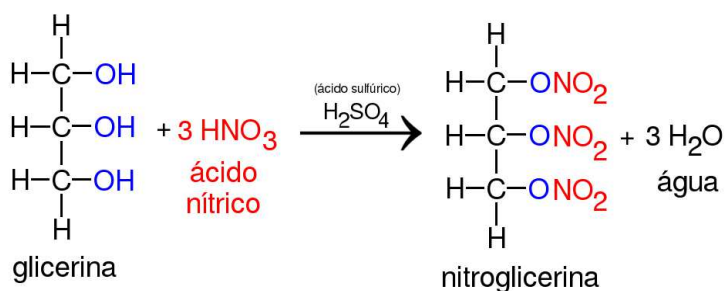


Figura 2: A nitroglicerina é produzida a partir da reação de nitração da glicerina / Imagem de autoria própria

Entretanto, a morte de Linton não chegou nem perto de colocar um fim na dopagem: as drogas continuaram a evoluir mais e mais. Ademais, sem dúvida a 2ª Guerra Mundial contribuiu para o agravamento da situação, a começar pela política nazista de “superioridade da raça ariana”, que estimulava os atletas alemães a utilizarem-se de qualquer artifício desde que conseguissem a vitória. Também na 2ª Guerra, os cientistas alemães descobriram várias drogas a fim de aumentar a performance dos militares: a anfetamina, por exemplo, era usada pelos pilotos de bombardeiros noturnos, já que essa droga aumenta a sensibilidade visual e o tempo de resposta cerebral; esteroides anabolizantes eram utilizados pelos soldados do campo de batalha, pois ficavam mais

fortes e agressivos. Entretanto, esse tipo de substância não teve seu uso limitado pelo período de guerras: após 1945, com o fim da 2ª Guerra Mundial, várias delas migraram para competições esportivas. Com o aumento significativo da dopagem nas Olimpíadas, a comissão médica do COI (Comitê Olímpico Internacional) instituiu uma lista de substâncias proibidas e, em 1968, começaram a ser realizados os primeiros testes antidoping nos Jogos Olímpicos. Os testes foram ficando mais completos e mais avançados com o tempo, e hoje em dia o controle do doping já é rotina nas competições esportivas de maior porte.

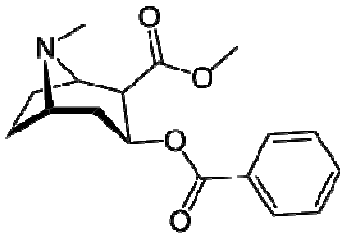


Figura 3: Estrutura molecular do alcaloide cocaína

Mas, afinal, como uma droga pode tornar um atleta mais rápido, mais forte, mais resistente...? Bem, existem vários tipos de substâncias que são utilizadas para a dopagem bioquímica, e por isso elas são separadas por classes farmacológicas: a primeira delas é a das drogas estimulantes, como a pseudoefedrina, efedrina, cocaína e a anfetamina, que agem diretamente no sistema nervoso aumentando os níveis de atividades motoras e cognitivas, reforçando a vigília, o estado de alerta e a atenção e, algumas vezes, tendo potencial euforizante. A segunda, a classe dos narcóticos, é composta por uma série de substâncias que reduzem a sensibilidade (usualmente opiáceos, como a morfina). Eles não são usados para melhorar o desempenho dos atletas, mas sim para aliviar a dor (já que nas competições costuma-se fazer esforço físico excessivo, que lesiona os tecidos provocando inflamação e consequente dor). Já os agentes anabolizantes, como por exemplo a testosterona, nandrolona e o estanozolol, são uma classe de hormônios esteroides que promovem o desenvolvimento de tecidos, especialmente o muscular, apesar de terem efeitos colaterais graves se usados excessivamente e a longo prazo. Os diuréticos, como os hidroclorotiazínicos e a furosemida, por outro lado, são usados pouco antes das provas para desidratar o organismo e diminuir a massa dos atletas. Isso é útil para atletas de boxe, luta, judô e halterofilismo, que podem usar a substância para atuarem em categorias de peso inferior ao seu, e também para mascarar os exames antidopagem, já que as drogas são em sua maioria detectadas por meio da urina. Os betabloqueadores, como o propranolol e o atenolol, atuam no sistema cardiovascular, diminuindo o número de batimentos cardíacos. Ajudam em categorias esportivas que exigem precisão, como o arco e flecha e o tiro. Finalmente a última categoria, que é a dos hormônios peptídeos e análogos, como o hormônio do crescimento, a eritropoetina e a corticotropina, cujos efeitos variam de hormônio para hormônio (a eritropoetina, por exemplo, aumenta a produção de hemácias, que transportam o oxigênio dos pulmões para o resto do corpo por meio da hemoglobina).

Então, já sabemos os efeitos que as drogas utilizadas na dopagem podem ter no corpo, mas como saber se os atletas estão realmente utilizando alguma substância não permitida? Bem, amostras de urina e de sangue são coletadas por funcionários do Comitê Organizador local e as análises são comumente realizadas num laboratório da cidade sede. Membros oficiais do COI supervisionam o trabalho, tanto nos locais de realização

da amostragem como no laboratório, onde as amostras de urina são processadas uma a uma, e vários testes são feitos. Para detectar a presença de drogas proibidas no material são utilizadas várias técnicas. A primeira delas, a cromatografia gasosa, usa um tubo estreito através do qual se dá um fluxo de gás, conhecido como “coluna”, por onde as substâncias de uma amostra passam em diferentes taxas dependendo de várias propriedades físicas e químicas (variando principalmente devido ao ponto de ebulição), sendo identificados e quantificados, basicamente, por meio do tempo que levam para sair da coluna, que é específico para cada substância, e pela vazão com que saem.

Outra técnica é a cromatografia líquida, que é muito parecida com a gasosa e separa as substâncias por diferenças na afinidade pela fase estacionária da coluna e da fase líquida móvel. As principais vantagens da cromatografia líquida são que ela pode identificar compostos não voláteis, ou seja, compostos que se decompõem antes de vaporizarem (ao contrário da gasosa), e que ela não precisa de aquecimento, sendo assim mais adequada também na identificação de substâncias muito sensíveis ao calor. Junto de uma dessas duas técnicas também se utiliza usualmente a espectrometria de massa, que detecta e identifica as moléculas de interesse por meio da medição de suas massas atômicas e da caracterização de suas estruturas químicas. Os espectrômetros de massa são aparelhos mais complicados, nos quais, basicamente, as moléculas da amostra são ionizadas e separadas por meio de campos eletromagnéticos, sendo detectadas qualitativa e quantitativamente. Finalmente, o uso de alguns esteroides anabolizantes é detectado por exames bioquímicos chamados de imuno ensaios, ou ensaios de aglutinação, técnica que permite medir a concentração de certas substâncias (cuja produção é indiretamente estimulada pelos anabolizantes) por meio de anticorpos, que são glicoproteínas capazes de reagir somente com determinados compostos (antígenos), como que uma chave que só encaixa em uma única fechadura.

Ainda assim, mesmo com toda a tecnologia empregada no controle da dopagem bioquímica nas Olimpíadas hoje em dia, certamente não são todos os casos que são detectados (tanto que, se fossem, os atletas não mais se submeteriam a tal), pois novas drogas e novos métodos de burlar os testes são descobertos continuamente. É também por isso que há um investimento contínuo nas áreas da pesquisa bioquímica e da pesquisa em aperfeiçoamento da tecnologia para a detecção de espécies químicas, tanto que é rotina no COI guardar as amostras coletadas durante os Jogos Olímpicos por ao menos oito anos, para que elas sejam submetidas a novos testes toda vez que métodos mais modernos de análise sejam desenvolvidos. Como exemplo, quatro atletas que haviam ganhado medalhas nas Olimpíadas de 2004, em Atenas, tiveram suas medalhas cassadas somente em 2012, sendo uma delas de ouro.

Embora os conhecimentos químicos ainda sejam utilizados para alguns fins antiéticos, a Química é sem dúvida uma ciência em constante evolução e praticamente sem fronteiras, que promove muito mais iniciativas legítimas do que o contrário, sempre melhorando a vida de todas as pessoas, sejam atletas ou não.

Referências bibliográficas

<http://www.suapesquisa.com/olimpiadas/> - Acesso em 13/11/2016
https://pt.wikipedia.org/wiki/Jogos_Ol%C3%ADmpicos - Acesso em 13/11/2016
<http://ibdd.com.br/olimpiadas-ou-jogos-olimpicos-do-rio-de-janeiro/> - Acesso em 13/11/2016
http://www.olympic.org/Documents/olympic_charter_en.pdf - Acesso em 13/11/2016
https://pt.wikipedia.org/wiki/Copa_do_Mundo_FIFA - Acesso em 13/11/2016
<http://brasilecola.uol.com.br/historiag/o-doping-na-grecia-antiga.htm> - Acesso em 13/11/2016
<https://pt.wikipedia.org/wiki/Vida> - Acesso em 13/11/2016 // https://en.wikipedia.org/wiki/Doping_in_sport - Acesso em 13/11/2016
https://pt.wikipedia.org/wiki/Dopagem_bioqu%C3%ADmica - Acesso em 13/11/2016
<http://www.revista.cbce.org.br/index.php/RBCE/article/view/132> - Acesso em 13/11/2016
<http://www.efdeportes.com/efd200/breve-historia-sobre-o-doping.htm> - Acesso em 13/11/2016
<http://www.coladaweb.com/quimica/quimica-geral/historia-da-quimica> - Acesso em 13/11/2016
<http://www.quimica.seed.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=180> - Acesso em 13/11/2016
<http://www.sjiciclismo.com.br/doping.htm> - Acesso em 13/11/2016 // <https://pt.wikipedia.org/wiki/Narc%C3%B3tico> - Acesso em 14/11/2016
<https://pt.wikipedia.org/wiki/Estimulante> - Acesso em 14/11/2016 // https://pt.wikipedia.org/wiki/Esteroide_anabolizante - Acesso em 14/11/2016
http://www2.unifesp.br/dpsicobio/cebrid/quest_drogas/drogas_estimulantes.htm - Acesso em 14/11/2016
<https://pt.wikipedia.org/wiki/Eritropoietina> - Acesso em 14/11/2016 // <https://pt.wikipedia.org/wiki/Diur%C3%A9tico> - Acesso em 14/11/2016
<https://pt.wikipedia.org/wiki/Fosforila%C3%A7%C3%A3o> - Acesso em 14/11/2016 // <https://en.wikipedia.org/wiki/Nitroglycerin> - Acesso em 14/11/2016
[https://en.wikipedia.org/wiki/Nitroglycerin_\(drug\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Nitroglycerin_(drug)) - Acesso em 18/11/2016 // <https://en.wikipedia.org/wiki/Cocaine> - Acesso em 18/11/2016
https://pt.wikipedia.org/wiki/Trifosfato_de_adenosina - Acesso em 18/11/2016
<https://en.wikipedia.org/wiki/Nitrovasodilatador> - Acesso em 18/11/2016 // https://en.wikipedia.org/wiki/Coronary_reflex - Acesso em 18/11/2016
https://pt.wikipedia.org/wiki/Respira%C3%A7%C3%A3o_celular - Acesso em 19/11/2016
https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_drugs_banned_by_WADA - Acesso em 19/11/2016
https://en.wikipedia.org/wiki/Doping_at_the_Olympic_Games - Acesso em 19/11/2016
<http://www.news-medical.net/life-sciences/Liquid-Chromatography-versus-Gas-Chromatography.aspx> - Acesso em 19/11/2016
https://en.wikipedia.org/wiki/Mass_spectrometry - Acesso em 19/11/2016
https://en.wikipedia.org/wiki/Isotope-ratio_mass_spectrometry - Acesso em 19/11/2016
https://pt.wikipedia.org/wiki/Espectrometria_de_massa - Acesso em 19/11/2016
<https://en.wikipedia.org/wiki/Chromatography> - Acesso em 19/11/2016
https://en.wikipedia.org/wiki/Gas_chromatography - Acesso em 19/11/2016
https://en.wikipedia.org/wiki/Gas_chromatography%E2%80%93mass_spectrometry - Acesso em 19/11/2016
https://en.wikipedia.org/wiki/Liquid_chromatography%E2%80%93mass_spectrometry - Acesso em 19/11/2016
<http://clinchem.aaccjnls.org/content/clinchem/43/7/1262.full.pdf> - Acesso em 19/11/2016
<http://www.planet-science.com/categories/over-11s/chemistry-chaos/2012/07/catching-the-drug-cheats---chemistry-at-the-olympics.aspx> - Acesso em 19/11/2016
<https://pt.wikipedia.org/wiki/Inflama%C3%A7%C3%A3o> - Acesso em 19/11/2016
<https://en.wikipedia.org/wiki/Immunoassay> - Acesso em 20/11/2016
<https://pt.wikipedia.org/wiki/Imunoglobulina> - Acesso em 20/11/2016
<https://www.portaleducacao.com.br/farmacia/artigos/54437/imunoensaios-ensaios-de-aglutinacao> - Acesso em 20/11/2016
<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2796.2008.01993.x/full> - Acesso em 20/11/2016
<https://pt.wikipedia.org/wiki/Testosterona> - Acesso em 20/11/2016
<http://esporte.iq.com.br/maisesportes/atletismo/2012-12-05/por-doping-quatro-atletas-perdem-medalha-da-olimpiada-de-atenas-2004.html> - Acesso em 20/11/2016
<https://en.wikipedia.org/wiki/Caffeine> - Acesso em 20/11/2016
<https://en.wikipedia.org/wiki/Alkaloid> - Acesso em 20/11/2016

As imagens usadas nas figuras 1, 3 e 4 são inegáveis de direitos autorais. A da figura 1 está no domínio público, pois consiste inteiramente de informação que é propriedade comum e não possui autoria original e as das figuras 3 e 4 são inegáveis de direitos autorais, pois os detentores de tais obras dedicaram-nas ao domínio público.

Figura 1: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Testosteron.svg> - Acesso em 13/11/2016

Figura 3: <https://en.wikipedia.org/wiki/File:Gaschromatograph.jpg> - Acesso em 13/11/2016

Figura 4: https://en.wikipedia.org/wiki/File:Gas_chromatograph-vector.svg - Acesso em 13/11/2016