



J. REIS GOMES

Da Academia de Ciências de Portugal

Acústica fisiológica

A Voz e o Ouvido Musical



LISBOA

Livraria Clássica Editora de A. M. TEIXEIRA

17, Praça dos Restauradores, 17

Se con prezado
Amigo, Jiliv @ Cunha
Com muito aprecio
e velha estima,

ACÚSTICA FISIOLÓGICA

of ce

J. Reid Jones
Funchal

DO MESMO AUTOR :

O Teatro e o Actor.—2.^a Edição.

Esbôço filosófico da arte de representar.

Histórias Simples.

Livro de contos.

A Filha de Tristão das Damas.

Novela madeirense.

Guiomar Teixeira. (*)—2.^a Edição.

Fôrma teatral, distribuída em quatro actos e cinco quadros, da acção da novela, do mesmo autôr, «A Filha de Tristão das Damas».

A Música e o Teatro.

(Esbôço filosófico).

Acústica Fisiológica.

A Voz e o Ouvido Musical.

EM PREPARAÇÃO :

O Belo Natural e Artístico.

(Ensaio filosófico).

(*) Esta peça foi vertida para o italiano pelo Eng.^o Virgilio Biondi, sob o título de *La Figlia del Vice-Ré*, e representada no «Teatro Funchalense», pela companhia Vitaliani-Duse (1914).

J. REIS GOMES

Acústica fisiológica

A Voz e o Somido Musical



LISBOA

Livraria Clássica Editora de A. M. TEIXEIRA
17, Praça dos Restauradores, 17

1922

— Composto e impresso —
nas Oficinas do DIÁRIO DA MADEIRA
Largo da Sé — FUNCHAL

ACÚSTICA FISIOLÓGICA

RAZÕES DO LIVRO

Ao escrever o livro — «A Música e o Teatro» — a que demos o caracter dum esboço filosófico, não desejámos pejá-lo em demasia com noções puramente scientificas, ainda que estreitamente ligadas a alguns dos seus capítulos de feição acentuadamente acústica.

Indicámos, contudo, o suficiente para a clareza das teses que nos propúnhamos demonstrar e para as teorias e hipóteses que tínhamos em vista estabelecer, reservando para

II ACÚSTICA FISIOLÓGICA

êste volume especial as matérias de ordem fisico-fisiológica que, por si sós, constituíam matéria para mais detalhado estudo, e cuja exposição adensaria aquêle livro, distraindo porventura a atenção de quem o lêsse, do seu objectivo mais particular e mais directo.

A acústica dos tubos sonoros e das cordas e placas vibrantes, é hoje objecto de tratados que encaram o seu assunto sob os mais vários aspectos, indo desde o ponto de vista físico, teórico ou experimental, passando pela sua aplicação aos instrumentos músicos, até, á fôrma mais exclusivamente analítica da mecânica racional.

O estudo, porém, da voz humana, —o dispositivo e verdadeiro mecanismo da laringe e de todo o tubo vocal, as condições artisticas do canto, a

fisiologia dos tres registos vocais, a constituição do timbre, e as várias circunstâncias que, independentemente do ouvido, caracterizam a desafinação duma voz — este complexo e descuro estudo oferecia obscuridades e lacunas que convinha aclarar ou preencher.

Não temos a pretensão de apresentar aqui matéria de todo o ponto nova, na generalidade do assunto; mas cremos prestar algum serviço á acústica vocal, dando a interpretação de certos fenómenos mal classificados, ainda, ou que continuavam sem explicação ou sem registo. Entre as circunstâncias várias que influem na falta de justeza duma voz, deficiência correntemente attribuida, apenas, a uma surdez tonal em qualquer grau, lembrâmos, como exemplo, a que resulta da formação do timbre, que procurámos estudar á luz dos mais

IV ACÚSTICA FISIOLÓGICA

sãos princípios acústicos, dando a explicação dos fenómenos que Hugo Riemann nos seus «Elementos de Estética Musical» simplesmente aponta dum modo indirecto e vago, nêste lacónico dizer: «a diferença de intensidade dos harmónicos influi sôbre a *impressão de elevação do som.*»

Afóra o interesse propriamente especulativo dêste livro, preocupou-nos a intenção de fazer conhecer aos cantores, alunos e professores de canto, as particularidades mais notáveis da anatomia e fisiologia do nosso órgão vocal. E' certo que ninguem será maior artista pelo facto de saber, dum modo mais claro ou mais profundo, a acústica do seu aparelho fonador. Mas é indiscutível que o ensino do canto e a saúde e o aproveitamento das vozes, bastante teem a ganhar com o conhecer-se, es-

pecificadamente, onde estão as sédes dos registos e de certos efeitos vocais, onde se produz a intensidade do som, o que concorre no órgão fonador para a altura e para o timbre, afim de que se não peça, a produção dum nuança ou a ampliação dum efeito ou qualidade, a uma parte do aparelho vocal que para isso não possa concorrer, contrariando-se a anatomia e a fisiologia da laringe e arruinando-se, para sempre, uma voz que, fóra dos caminhos empíricos por vezes tão perigosos, poderia sêr scientificamente cultivada e, portanto, mais seguramente desenvolvida.

Quantas vozes irremediavelmente perdidas, por exigirem, apenas dos frágeis lábios da glote, o esforço que lhes hade dar ou mais sonoridade ou uma maior extensão sôbre os agudos ?!

VI ACÚSTICA FISIOLÓGICA

Quantas, viciadas no timbre e no alcance, por procurar-se-lhes, fóra da própria origem, particularidades de «côr» que vão muitas vezes de encontro, até, ao tipo ou ao caracter para que as votara a natureza ?!

Diz-nos Pierre Bonnier e, neste ponto, com razão :

«Si l'on rencontre, après six mois, un an, deux ans d'études vocales, plus de voix détruites, estropiées, qu'on n'en trouve de réellement formées et embellies, ce n'est pas par suite de manquements à l'esthétique et aux règles scholastiques du chant, c'est toujours et avant tout par suite de manquements à quelques règles de physiologie pratique. Tous les défauts de la voix, ses infirmités, ses maladies, sont dus, dans l'immense majorité des cas, à des écarts de tenue vocale et respiratoire, au sur-

menage et au malmenage de l'organe et de sa fonction.»

Sem dúvida que sempre se formaram bons cantores, sem que professores e alunos se preocupassem com a anatomia ou fisiologia do aparelho fonador ou com os princípios acústicos a que devia obedecer o som vocal. Mas é preciso notar-se que os cantores antigos se entregavam, durante muitos anos, a estudos de vocalização perfeitamente graduados, começando-os, alguns, desde criança, com suspensão apenas durante a «muda», para continuá-los, mais a sério, ainda, depois da voz totalmente caracterizada.

Este trabalho longo, de ginástica vocal, robustecia o órgão, tornando-o ao mesmo tempo mais resistente e apto para um repertório, em geral, menos de amplitude e de

VIII ACÚSTICA FISIOLÓGICA

fôrça que de delicadeza e virtuosismo.

Além disso, as vozes não tinham que lutar, então, com as grandes sonoridades orquestrais que as obrigam, hoje, a esforços consideráveis e penosos.

Se atendermos ainda a que, modernamente, o chamado falsete dos tenores se mostra quasi inteiramente fóra de uso, exigindo-se ao registo médio certas notas que eram, dantes, francamente de cabeça; e se repararmos que a corrente wagneriana equipara o cantor a um instrumento, esquecendo ou ignorando as condições pela natureza impostas ao nosso órgão vocal; compreenderemos, finalmente, os maiores riscos que hoje corre uma laringe, no trabalho forçado dum curto tempo de estudo e ante as exigências do repertório moderno, do gosto viciado do

público, e da crescente massa sonora das orquestras.

Daqui se infere logo a necessidade, por parte de mestres e alunos, d'um conhecimento mais seguro da fisiologia do canto, afim de que uma menor preparação ginástica conjugada com a obrigação de maiores esforços no sentido de aumentar a intensidade e o compasso vocal, em condições desfavoráveis, não venham destruir irremediavelmente uma laringe, trabalhando-a fóra das exactas condições da acústica orgânica. Depois, tudo tem a lucrar a estética duma voz com a circunstância de localizar-se-lhe, bem precisamente, as sédes das suas diversas qualidades e efeitos, procurando-se deste modo desenvolvê-la e embelezá-la, sem forçar nunca a sua própria natureza.

Independentemente da aclaração científica, é este já um importante

X ACÚSTICA FISIOLÓGICA

subsídio que a arte recebé das especulações da física. /

Na 2.^a parte deste livro, estudâmos o «ouvido musical», pondo em confronto as duas teorias principais que pretendem explicar as causas fisiológicas da harmonia.

Defendendo a da acomodação fragmentária, sustentâmo-la aqui com argumentos nossos, contrapondo-os, directamente, ás objecções apresentadas pelos seus antagonistas; procurámos, além disso, demonstrar, perante a filosofia e a própria física, a inanidade da hipótese da acomodação total, que considera o funcionamento do ouvido inteiramente análogo ao da retina.

Este modesto ensaio termina na «capacidade tonal do ouvido». Como trabalho acústico, pára, naturalmente, na análise dos fenómenos que

constituem as sensações sonoras e na determinação dos órgãos do respectivo registo.

O estudo da emoção musical, de character psico-fisiológico, excede os limites e a natureza deste quadro.

Dêle tratámos já em «A Música e o Teatro» onde o expuzemos com largueza, apresentando, então, a nossa «hipótese da vibração nervosa» que crêmos explicar, filosófica e experimentalmente, o exacto mecanismo da emotividade musical.

Ainda neste ponto, «A Música e o Teatro» e a «Acústica Fisiológica», embora independentes, se mostram relacionadas entre si, como obras que mutuamente se ilucidam, e, nalguns capítulos, mesmo, intimamente se completam.

PRIMEIRA PARTE

A VOZ HUMANA

PRIMEIRA PARTE

A VOZ HUMANA

CAPÍTULO PRIMEIRO

O aparelho fonador

I

O órgão vocal e a sua caixa de harmonia.
—Esquema da anatomia da laringe.

Para mais fácil e completa compreensão dêste estudo, precisâmos de descrever antecipadamente o nosso órgão vocal, dando, ainda que curto, um elucidativo esquema da sua constituição e fisiologia.

Em o nosso livro—A Música e o Teatro—encontra-se o bastante, sôbre êste assunto, para a intelligência das ideias que aqui vamos expôr na intenção de interpretar e esclarecer alguns fenómenos vocais e auditivos que

até agora não teem sido considerados pela acústica, ou nela passam sem mais detida explicação.

Resumiremos, pois, neste logar, como necessário ponto de referênciã e de partida, êsse esquema descritivo que, sob o ponto de vista filosófico e artístico, tem o seu desenvolvimento no volume que acabâmos de citar.

O órgão fonador compõe-se de várias cavidades pneumáticas: fossas nasais, bôca, faringe, laringe, traqueia, brônquios e pulmões. Na laringe está a *glote*— formada por duas saliências longas, de tecido muscular coberto por uma substância tendinosa em que aflora uma mucosa extremamente delicada, e cujos bordos, mais ou menos próximos, determinam o estrangulamento da coluna de ar que dos pulmões, pela traqueia, se dirige para a faringe, no movimento expiratório constitutivo do gesto sonoro. E' êsse o elemento *gerador* da voz, tal como a palheta num tubo de órgão, ou a corda num piano, guitarra ou violino.

Mas assim como a oscilação duma corda de rabeça, só por si, pouco valor acústico possui—pois se a dedilharmos ou a ferirmos com o arco, tendida no ar, entre dois pontos,

nos dará um som apenas perceptível, dependendo o valor musical do instrumento a que pertence, unicamente da vibração transmitida á tábua de harmonia e, desta, á massa de ar contida na caixa de ressonância—assim tambem a voz, tendo como origem a vibração glótica, constitui-se e corporisa-se nas pulsações aéreas de todo o aparelho vocal. (*)

Bem que o funcionamento da glote para a formação da voz exija a intervenção de múl-

(*) Achâmos oportuno dar aqui, como nota, o seguinte artigo que, entre outros, sôbre êste assunto e com fins de vulgarisação, publicámos na imprensa periódica em fevereiro do âno findo:

O que mais artisticamente canta em nós...
não é a laringe.

«Tem passado entre o vulgo e entre artistas, com o acôrdo ou a indiferença da sciência, o velho axioma de que uma bela voz é o exclusivo atributo duma excelente laringe. E quando se celebra um eminente cantor, raro se não profere o dito:—que maravilhosa garganta!—como se esta frase bastasse para exgotar o assunto.

A fórma, espessura, extensão, fôrça elástica, vibratilidade e apoios tireoideus das duas cordas vocais, tudo é considerado num conjunto, e tudo isto, mas só isto, constitui, na opinião corrente, o único formador

tiplos grupos musculares, a nós simplesmente interessam, neste estudo, os elementos anatómicos que entram directamente em jôgo para a produção do som.

Dependendo esta produção da tensão das «cordas vocais», daremos, concisamente, o dispositivo automático que regula essa tensão variável para cada som.

Se compararmos o dispositivo laríngeo ao que mantém a corda dum violino, encon-

da voz humana. E assim, essas condições especiais é que determinarão a superioridade dum tenor sobre outro tenor, é que classificarão como voz de oiro este soprano, etiquetando aquêle de branco, velado, sem côr, estridente, ou de simples «voz de cabra».

Quando Gayarre cantava a «Favorita», e que aos pés da cruz começava o seu «Spirto gentil» inimitável, pondo um grande arripio emotivo na assistência, os médicos laringologistas, na plateia, davam-se a tratos para imaginar o que de mais particular teria o feliz navarro na garganta: ¿ como seriam os lábios daquela extranha glote, qual a sua grossura, o seu tamanho, a sua colocação, a sua tonicidade? Se pudessem têr á mão e sob as suas lupas essa preciosa laringe, se a conseguissem palpar, esticar, pô-la com um fole, á vontade, em vibração, e esfibrá-la na sua anatomia íntima, que venturosos seriam, e como ficaria esclarecida, duma vez para sempre, a tão misteriosa fisiologia do cantor! . .

Gente desta:—Pattis, Tamberlicks, Malibranes e

traremos entre os dois analogia, á condição de considerarmos o primeiro como susceptível de dar, aos pontos de inserção da «corda vocal», o deslocamento necessário á tensão da mesma corda e á separação ou aproximação das duas, tanto na respiração como no gesto sonoro.

A corda vocal (lábio da glote) fixa-se, na frente, á cartilagem tireoideia, em fórma de ângulo, e cujo vértice constitui o chamado

Gayarres teriam duas laringes, como os pássaros?!

Quem lhes déra vêr, observar todas as dobras e refolhos dêsses órgãos privilegiados e secretos!

Morreu Gayarre que, supondo-se, segundo a corrente, todo concentrado na glote, legara a laringe—se a memória nos não falha—á veneração e guarda da grande Cathedral de Madrid.

No dia da morte do famosíssimo tenor, toda a arte lírica trajou luto, e todos os amadores do *bel-canto* o prantearam; só os laringologistas, que de ha muito espreitavam êste instante numa enorme sêde de sciência, esfregaram as mãos e os bisturis, de satisfeitos. Iam finalmente saber tudo.

E lançaram-se á garganta do defunto, de ferros afiados e com os lábios num rictus de triunfo: agora, depois de tudo descoberto e pôsto a limpo, ¿ quanto não ganharia a arte lírica, como não exultariam os *dilettanti* ao conhecerem todo o complicado mecanismo gerador daquêles *dós* sustentidos, emotivos e

pomo de Adão; dêste ponto a corda segue para traz até á aritnoide respectiva que funciona como um cavalete susceptível de movimento sôbre a base, e de aresta aderente aos ligamentos superiores e ás pregas da mucosa da glote, mantendo-se êsse par de cartilagens, sobre a cricoide, pelo respectivo aparelho muscular. Na cricoide, base do edificio glótico e constituída pelo último anel da traqueia, se deve considerar o ponto posterior

sonoros que, nas saudosas noites da grande ópera, tão fundamente os subjagara ?

Extraída com o maior cuidado a cubiçada laringe, observada e experimentada pelos modos mais científicos e talvez mais caprichosos e diversos, desolados e abatendo os canivetes, confessaram que o «órgão vocal» de Gayarre nada tinha de mais particular, e que era, ao fim de contas, uma laringe... como as outras.

Mais recentemente, a acústica veio lançar uma luz nova nas buscas dos laringologistas. Os estudos, principalmente, de Helmholtz sôbre o timbre e refôrço do som fundamental pelos harmónicos simultaneamente produzidos; a observação das caixas de harmonia de diversos instrumentos e a influência desta, pela sua fôrma, tonicidade e dimensões, na produção e timbre dos sons graves, médios e agudos, tudo veio, ampliando o problema, esclarecê-lo no seu aspecto

de inserção das cordas vocais. Esta cartilagem fica num nível inferior á tireoide e é mais larga e mais forte atrás do que adiante. A tensão de cada corda é dada não sòmente pela contracção do músculo que pròpria-mente a constitui, mas ainda pela contracção dos músculos que determinam o jôgo da aritnoide sobre a cricoide e desta sôb a tireoide. Estes músculos teem uma acção ao mesmo tempo harmónica e divergente.

funcional, tornando-o, ao mesmo tempo, mais curioso para a sciência e de maior utilidade para a arte.

O ensino do canto que seguia, Tateando, certos caminhos empíricos, pode hoje, entregue a espiritos cultos, assentar em mais seguras bases uma bôa parte dos seus métodos.

As cordas vocais teem a sua missão restringida á *geração* do som, como as de qualquer violino, bandurra ou contra-baixo. Mas, assim como uma corda de rabeca, tensa no espaço entre dois pontos, não daria som apreciável quando ferida por' um arco, não só no que respeita a intensidade, mas sobretudo como condições musicais—sendo o ar e as paredes do corpo do instrumento que, vibrando, lhe reforçam êstes ou aquêles sons e lhe conferem o timbre característico,—assim também a voz humana sòmente nas cavidades média, super e sub-glóticas adquire corpo, timbre e acentos de altura e intensidade.

Um «stradivarius» difere duma rabeca de arraial, não pelas cordas que podem num e noutro instru-

Para completarmos êste breve esquema, convem ainda lembrar que as duas aritnoides além de funcionarem como cavaletes, são destinadas tambem a aproximar ou a afastar, com movimento de báscula, os dois lábios da glote. Estes abaixam-se, quando se aproximam, e elevam-se, quando se afastam. Na a titude vocal, as cordas vocais achegam-se em toda a extensão do seu bordo saliente, deixando na linha média uma fenda linear.

mento s r as mesmas, mas por particulares estados da caixa de harmonia, onde a elasticidade das madeiras impregnadas de velhos vernizes sicativos toma uma parte decisiva, principalmente, na «c r» e na intensidade do som.

Um soprano ou um tenor não se distinguem tambem, essencialmente, pelas suas cordas vocais que, em muitos casos, não diferem respectivamente das dum meio soprano ou dum baritono; mas, sobretudo, pelas dimensões, acomodac o de f rma e tonicidade dos espaços superiores do aparelho vocal que lhes reforça, apoia e d  timbre, pelos harm nicos formados,  s notas mais ou menos agudas esboçadas pela glote.

Um contralto pode, pela laringe, gerar um *r * agudo; mas êste não tomar  volume nem colora o musical, apenas porque as respectivas cavidades super-glóticas se não encontram anat mica e fisiologicamente adaptadas aos diversos apoios dêsse som.

Pelo contrario, um soprano não poderá produzir

Nesta atitude, observando-se ao laringoscópio a região da glote, a brancura das cordas destáca-se logo abaixo de duas pregas da mucosa, á direita e á esquerda, pregas que constituem as chamadas *falsas cordas* ou faixas ventriculares.

Sob as faixas ventriculares estão duas bolsas de ar, escavadas na parede superglótica, denominadas *ventrículos* de Morgagni e a que nos referiremos adiante.

certa nota grave, bem audível e timbrada, embora a haja formado na laringe, visto os seus espaços subglóticos se não acomodarem ao refôrço e acentos de timbre e amplitude dessa nota.

Os sons altos—chamados de cabeça—teem na faringe superior, na bôca, no nariz, e nos seios maxilares e frontais a sua verdadeira caixa de harmonia: aí, é que êles tomam corpo e se caracterizam, sobretudo. Os graves, ao inverso, encontram o seu apoio, a sua *produção artística*, nas cavidades sub-glóticas e torácicas, chamando-se-lhes, por isso, sons do peito.

Dêste modo—como está hoje averiguado por laringologistas e acústicos—o ensino do canto perde, repetimos, uma parte do empirismo em que viveu, para se tornar num método mais racional e científico.

Não mais se deve pedir esforços á laringe para a extensão e intensidade duma voz. Um professor inteligente deverá: antes de tudo, procurar na qualidade do som vocal, pouco acima e pouco abaixo do seu médio, qual o timbre da voz que tem presente, afim

II

Comparação da laringe com os instrumentos de bocal e de palheta.—Funcionamento da glote para a produção da voz.

Ainda que seja corrente comparar-se o aparelho vocal ao dispositivo sonoro que vemos no violino, por exemplo, o facto é que essa semelhança está longe de justificar-se a não sêr por certo aspecto anatómico da laringe. Foi apenas por esta consideração que atrás estabelecemos entre êsse instrumento e a glote determinada analogia.

De facto, a fisiologia dum e o funciona-

de classificá-la, buscando-lhe a amplitude, a côr e a extensão, não apenas nos frágeis lábios da glote, mas no apoio das cavidades respectivas, o que constitui o delicado estudo do empostamento da voz.

Laringes teem todos os portadores duma voz normal para' falar; mas o que poucos possuem é o restante aparelho fonador em condições de *formar* notas com as qualidades requeridas para o canto.

Por isso é que, independentemente da existência ou não do oũvido musical, nem todos quantos falam conseguem afinal sêr cantores.

J. REIS GOMES

mento do outro para a produção do som, são inteiramente diferentes.

No violino, a crescente altura das notas é determinada pelo proporcional encurtamento da parte livre das cordas, enquanto que na laringe o comprimento das cordas vocais não varia segundo a tonalidade que elas regulam: o que varia, aumentando, é a sua tensão, a sua consistência e a sua mútua aproximação, finalmente, a sua opposição á corrente expiratória do ar, á medida que o som se vai pretendendo mais agudo. A altura do som é, de facto, como em qualquer corda, determinada por uma maior resistência á deslocação das partes vibrantes, mas o mecanismo dessa resistência é que se manifesta, no dispositivo da laringe, por uma fórma bem diversa da que afecta qualquer outra corda sonora considerada. Por tudo isto se deve considerar como imprópria a designação de. "cordas vocais" dada aos lábios da glote.

Os bordos da glote antes são completamente comparáveis aos lábios da nossa bôca, quer quando assobiâmos, quer, melhor ainda, quando se toca um instrumento de bocal.

Sôbre êste, servindo de apoio e oferecendo na sua concavidade a primeira ressonância ao som formado, applicam-se os beiços

do tocador, cerrados um contra o outro. Nesta atitude, soprando-seco m fôrça, a massa labial entra em vibração, abrindo-se e fechando-se alternadamente — como pãlhetas vibrantes de dimensões e elasticidade variáveis — por fôrma a comunicar as suas pulsações sonoras ao ar contido no tubo do instrumento. Às notas mais agudas corresponde uma maior tensão dos lábios que, ao mesmo tempo, se cerram com uma pressão crescente. Esta é a fonte sonora no clarim, por exemplo. A nota gerada assim, amplia-se consideravelmente se está em uníssonu com o som fundamental do ar do instrumento ou com um dos seus harmónicos.

Aumentando a tensão labial, poderemos aumentar, até um certo limite, a quantidade de notas pela produção de harmónicos cada vez mais elevados. Além dêsse termo, para obtermos um maior número de notas, torna-se necessário fazer variar o comprimento do tubo—o que se realiza no trombone, cornetim e outros instrumentos de pistão—produzindo-se então outros sons fundamentais e seus harmónicos que, quando em uníssonu com o foco sonoro, o intensificam, enriquecendo a escala do instrumento.

Na laringe, o fenómeno vocal, num pri-

meiro aspecto, passa-se de maneira inteiramente análoga. O ar, de que se provoca a expiração, encontra os bordos da glote que teem nas cartilagens da laringe o necessário apoio para as suas modalidades de tensão, tal o que os lábios do tocador encontram nos bordos rígidos do bocal; as duas "cordas", aproximadas no gesto sonoro, constituem, no alto da traqueia, o centro da palpação aérea, abrindo-se sob a pressão do ar inferior que se dilata ao entrar nos ventrículos de Morgagni.

Nêste primeiro tempo do impulso glótico, — diz Bonnier — a abertura ventricular inclina-se para a torrente expiratória que sai da fenda glótica com o seu máximo de velocidade, visto sêr nêste momento que a fenda está mais reduzida. A torrente expiratória actúa assim perpendicularmente ao eixo da abertura ventricular e, como num injector, aspira-lhe o conteúdo. A pressão baixa na cavidade ventricular, e a rarefacção do ar expirado actua como enérgica ventosa reforçando as condições impulsivas da pressão sub-glótica.

No segundo tempo, as cordas vocais são separadas e elevadas pela pressão traqueal; as aritenoides voltam-se ligeiramente para fóra e o ventrículo é subitamente subtraído

á expiração do ar saído da glóte, no momento em que êste ar perde toda a sua velocidade. A pressão eleva-se então imediatamente no ar ventricular. E assim por diante, tornando-se esta região um fóco de enérgicas e ritmadas pulsações.

Temos desta fórmula, na pressão sub-glótica, a condensação, e, na expansão superior, a dilatação que constituem a vibração inicial do ar. Em resultado destas diferenças de pressão, o ar atravessa a glote por sôpros mais ou menos frequentes, conforme é maior ou menor a tensão das cordas vocais, produzindo-se assim, consequentemente, sons duma altura variavel.

È este o processo da geração da voz, considerado dum modo sufficientemente detalhado para a elucidação que pretendemos.

III

Onde e como se reforça o som vocal.—

Generalidades sôbre as condições artísticas do canto.

Como, porém, repetimos, nenhum valor musical se tiraria da vibração duma palheta ou da corda dum violino se não fôra o refôrço de

som produzido na caixa de ar do instrumento, assim também essa perfeita e complexa fonte sonora que é a laringe, seria de um efeito nulo se com ela não cooperasse, largamente, a ressonância do ar contido em todo o tubo vocal. Esta ampliação explica-se pelos harmônicos produzidos nas diversas cavidades pneumáticas.

Para a produção de cada nota, não só as cordas vocais se acomodam, cerrando-se e estabelecendo-se em estado de maior ou menor tensão, mas ainda as paredes do aparelho, na parte correspondente ao apoio dêsse som, se acomodam também, adquirindo a tonicidade necessária á vibração própria e á da massa de ar de que são o invólucro.

São êstes reforços que dão a amplitude ao som glótico, fornecendo-lhe a energia indispensável ao seu aproveitamento, tanto para a música como para a linguagem falada. Um baixo pôde, pela simples acção das cordas vocais, produzir, localmente, um som agudo da tessitura do tenor; mas não possuindo espaços super-glóticos capazes, pela tonicidade e dimensões, da produção de harmônicos reforçadores do som laríngeo, êste não fica com intensidade nem timbre que o valorisem e definam no seu compasso vocal.

E inversamente para o tenor. Nas notas graves, que são produzidas por um pequeno dispêndio de energia da corrente expiratória e ampliadas pela acomodação das cavidades pneumáticas inferiores, inda o fenómeno melhor se comprehende por sêr de mais fácil averiguação individual.

Um tenor póde produzir uma nota profunda, de baixo ou de barítono; mas êsse som será apenas audível e, consequentemente, sem nenhum valor musical. Porquê? Não o produziu a laringe? As cordas vocais não tomaram a fraca tonicidade conveniente á sua geração? Que lhe falta, pois? As qualidades de amplitude e de timbre provenientes do refôrço extra-glótico, qualidades que se não põem em evidência por os espaços aéreos respectivos não conseguirem adaptar-se, ou não terem a capacidade necessária á produção do som fundamental ou do harmónico reforçador do som glótico.

Conclui-se já, por todas as considerações expostas, que a qualidade da voz depende, principalmente, do apoio que ás vibrações laríngeas prestam as diferentes partes do tubo vocal. E daqui deriva — ainda que subordinada a um tipo individual de timbre, consequente da *modelação* que ao som dá todo o

aparelho vocal e particularmente a bôca do cantor—uma diferença de «côr» para as diversas notas, conforme o registo a que pertencem, o que muito contribui, no ponto de vista estético, para a beleza excepcional do canto.

Acabámos de vêr, duma maneira geral, como a voz adquiria volume, acento de altura e modificações de timbre, ao apoiar-se, mais especialmente, em determinadas cavidades do respectivo aparelho, e como a complexa organização e maravilhoso funcionamento da laringe, a consciente ou instintiva acomodação das diferentes partes do órgão da voz, o distingue, fundamentalmente, em si e quanto á variedade de efeitos, de qualquer instrumento musical inda o mais apreciado e mais perfeito.

Vamos agora, para complemento de doutrina—ainda que tenhamos de repetir algumas noções já dadas — estudar mais detalhadamente as três qualidades do som vocal, caracterisando-o e definindo-o quanto á sua essência e modos de produção.

CAPÍTULO SEGUNDO

Qualidades do som vocal

I

Mecanismo da "intensidade".—O refôrço dos sons nas diferentes cavidades pneumáticas do aparelho fonador.

A *intensidade* do som depende, como se sabe, da amplitude das suas vibrações. Para que o nosso órgão vocal produza, pois, um som intenso, é necessário que a massa vibrante dos lábios da glote receba um forte abalo do jacto aéreo expirado, justamente como o som forte dum instrumento de cordas depende duma mais poderosa acção do arco, e o do instrumento de bocal deriva duma

maior oscilação impressa pelo sôpro do tocador aos seus próprios lábios convenientemente contraídos e adaptados á embocadura metálica.

Mas, assim como o arco não deve, pelo excesso de pressão sôbre a corda, impedir-lhe a liberdade de vibração, assim também, o jacto expiratório accionando as cordas vocais deve encontrar, da parte destas, uma resistência proporcionada, de modo a alcançar-se um máximo de amplitude vibratória e, consequentemente, as maiores variações de pressão aérea ao nível da laringe.

Estas são as condições necessárias á *geração* dum som intenso; não são, porém, suficientes para que êsse som se produza, artisticamente, com a requerida intensidade. Como já temos dito, o som que nós ouvimos é *formado* no volume de ar das nossas cavidades pneumáticas, e comunicado adequadamente á massa aérea ambiente.

Se á forte amplitude vibratória da glote não corresponder uma ampla vibração nas caixas de ressonância do aparelho vocal e no meio elástico que ha-de transmitir o som ao ouvido do auditor, resultará inútil todo o esforço laríngeo.

Esse aparelho, porém, possui nas suas

paredes móveis e vivas, as necessárias condições para acompanhar e favorecer a amplitude da oscilação glótica. A êste gesto mais pronunciado da laringe, acomodam-se, simultaneamente, as paredes das cavidades vocais por uma forte tensão que lhes confere a tonicidade precisa para não amortecerem as pulsações do ar—o que aconteceria se essas paredes se conservassem frouxas—, favorecendo-as, pelo contrário, na sua máxima amplitude e permitindo-lhes abalar no mesmo grau uma grande massa do fluido exterior.

A acomodação dos espaços aéreos faz-se de modo a aumentar, ao mesmo tempo, a enérgica e conjugada vibração das respectivas paredes, e a capacidade dêsses mesmos espaços, pondo-se, assim, um maior volume de ar em larga vibração. O estudo do canto, aperfeiçoando e disciplinando as disposições naturais, dá ao aparelho vocal, até pela abertura mais conveniente da bôca, a faculdade de produzir, em si próprio, a intensificação do som glótico, e de imprimir ao ar ambiente o necessário abalo, em termos de projectar a voz a uma maior distância.

Mas ha no órgão fonador algumas particularidades a notar pelo que se refere á

ampliação dos sons, conforme a sua elevação na escala.

Nos sons graves, a necessidade dum maior abrandamento das cordas vocais faz com que estas não possam suportar a acção dum forte impulso expiratório; neste caso, o refôrço do som faz-se, sobretudo, pela acomodação das cavidades aéreas inferiores. O esforço para a acentuação da intensidade deixa de sêr glótico para tornar-se cervical inferior e torácico. Estas notas produzem-se com pouco ar expirado; contudo, a fraca tensão das cordas permitindo-lhes uma oscilação mais larga, — comunicada, a seu turno, a uma grande massa de ar interior convenientemente acomodada á sua ressonância — dêste macanismo resulta a ampliação requerida para os sons graves da gama.

Para a intensificação dos agudos temos um funcionamento oposto. Para êstes, tem de sêr mais violento o conflito entre as cordas vocais e a torrente expiratória, visto a grande tensão dos lábios glóticos, necessária á maior velocidade de vibração, exigir uma mais intensa acção deslocadora.

Além dum certo limite, porém, ao que-remos produzir sons sucessivamente mais agudos e intensos, êste conflito exigiria

esforços extraordinários, não bastando já para a ampliação do som a acomodação cervical superior, que nela interveiu até determinada altura. Insistindo, a voz toma uma "côr" particular, desagradavel, resultante da contracção glótica e forçada acomodação da faringe inferior; e para que possa tornar-se mais bela, mais fácil e mais ampla, tem de reforçar-se nas cavidades aéreas superiores. Deixa de sêr *voz cerrada*, de garganta, para sêr *voz de cabeça*, exigindo para as maiores intensidades um muito menor esforço ao nível da laringe.

Esta passagem faz-se para os tenores, como se sabe, nas visinhanças do *fá* agudo da sua tessitura, variando, mas entre curtos limites, de cantor para cantor.

II

Mecanismo da "altura".— Os três registos da voz.

A *altura* da voz resultando do número de vibrações realizadas na unidade de tempo, a tensão das cordas vocais é que determinará a diferente periodicidade vibratória: correspondendo a uma maior tensão, as notas

mais agudas, e a uma tensão mais fraca o abaixamento da voz.

Já temos visto, no entanto, que a glote é—como os elementos similares dos instrumentos musicos—apenas um gerador de som, corporisando-se êste nas várias cavidades aéreas do nosso tubo vocal. Insistiremos neste ponto, afim de justificarmos as designações dadas aos três registos da nossa voz — registo de peito, médio e de cabeça — ainda que tenhamos acabado de fazer-lhe referência ao indicarmos o mecanismo produtor da intensidade.

Salvo os baixos muito profundos, cada vez mais raros, nós não temos o poder de acomodar as paredes cervicais inferiores a oscilações tão lentas como as exigidas para a produção convenientemente audível de sons abaixo do $ré_1$ e do mi_1 (*) ainda que a

(*) E' principalmente na Alemanha e na Rússia, como diz Faure, que se tem encontrado os baixos mais profundos, sendo os compositores alemães quem mais largamente os tem utilizado.

A plasticidade sonora, pesada e cava dos verdadeiros baixos profundos, que tanto se assemelha á ondulação do som grave do órgão, confere-lhes um logar mais importante nas igrejas do que propriamente no canto de teatro.

qualquer fôsse fácil, pelo esforço mínimo que isso exige, dar a vibração glótica correspondente a estas notas. E' no mi_1 ou no fa_1 que começa o refôrço torácico da mais grave voz humana.

O baixo é um cantor que possui vastas cavidades aéreas inferiores, (traqueia e faringe) tendo além disso o poder de acomodá-las, pela tonicidade das respectivas paredes, ao apoio das lentas oscilações glóticas. Os sons graves assim originados, só podem reforçar-se pela ressonância dos uníssonos numa grande massa de ar apenas encontrada, dentro em nós, no volume próprio das cavidades torácicas.

Todas as notas graves das diferentes vozes tem o seu apoio nesta região do aparelho fonador e, por isso, o correspondente registo se chama *registo de peito*. Esta é, por assim dizer, a sua fonte sonora. Colocando a mão sobre o torax quando se produzem estas notas, sentimos, nitidamente, a trepidação da parede torácica.

Se um tenor não tem as notas graves dum barítono ou dum baixo, não é porque, em geral, não possa imprimir ás suas cordas vocais as lentas vibrações que definem essas notas; mas principalmente, insistimos, porque

não possui capacidades aéreas inferiores em condições de reforçá-las. Falta-lhes o volume próprio e o poder muscular necessário á adaptação sonora das respectivas paredes.

A' medida que a voz se eleva—com a contracção dum maior número de músculos, incluindo os da própria glote para acelerar a vibração—a necessidade de corporisar as sonoridades menos graves obriga a fazer-se o apoio em cavidades pneumáticas mais restritas e com tonicidade maior, afim da ressonância harmonisar-se com um mais curto período vibratório. Convem, de principio, a estas notas o refôrço das paredes da faringe superior que se vai substituindo, pouco a pouco, ás paredes torácicas. Ha uma passagem da voz do peito, sobre nota variavel de cantor para cantor, para o chamado *registro médio*. A voz adquire então um acento menos cavo e vai tomando um carácter mais livre, mais normal, localisando o seu apoio na garganta. Além dum certo limite, êsse character acentua-se com a contracção da glote e dos músculos da região faríngea, até que esta cavidade já não possui condições para reforçar notas mais elevadas: dum lado, a periodicidade vibratória destas notas não encontra correspondência exacta

na velocidade de vibração do ar de tão grandes cavidades; doutro, a contracção da parede não póde manter-se a unísono da contracção laríngea, exigindo um esfôrço que altera a qualidade da voz e, como diz o laringologista Bonnier, expondo o cantor ao entorse glótico.

Acima do $fá_3$ (*), para os tenores e sopranos—considerando a diferença de oitava entre estas duas vozes—tem de fazer-se o apoio, pelas razões expostas, nos espaços superiores mais restritos, a custo, como está dito, dum muito menor esfôrço ao nível da laringe. E' o caso da voz chamada *de cabeça*.

De facto, na voz de peito e até o termo em que no registo médio a voz se póde manter (sem *cerrar*) com o refôrço faríngeo,

(*) Tem havido órgãos excepcionais—casos como os de Gayarre e Tamberlick—atingindo o $dó_4$ e o $ré_4$ com uma voz de garganta de tal modo mantida por uma acomodação forçada, mas de tão perfeita segurança na tensão glótica, que essas notas foram classificadas como sendo de verdadeira voz de peito. Apesar da grande contracção das cordas vocais—que não ficavam livres, como na voz de cabeça,—dado o curto periodo de vibração dessas notas, a sua ressonância principal deveria fazer-se, contudo, nas cavidades aéreas superiores.

as camadas fibrosas e mucosas das cordas vocais tomam parte na respectiva vibração, ao tempo que a laringe e a faringe se contraem e os lábios da glote mais energicamente se fecham; com a voz de cabeça, alivia-se a contracção faríngea, a própria laringe afrouxa, as cordas vocais descerram-se, estirando-se pelo avanço da tireoide, e tomam uma atitude que lhes permite, apenas, a vibração do tecido superficial dos bordos, a que corresponde uma periodicidade curta que *simpatiza* francamente com a das cavidades aéreas da máscara.

A voz deixa de sêr *cerrada*, de garganta, para firmar-se, franca e facilmente, no seu registo agudo.

A voz artística dum cantor, marcada pela sua tessitura, abrange apenas as notas que alcançam refôrço e ampla sonoridade nos espaços aéreos do seu aparelho vocal.

Por êste mecanismo, compreende-se, duma maneira geral, como ás vozes graves correspondam cavidades pneumáticas mais vastas, e, conseqüentemente, ás vozes agudas, capacidades de menores dimensões.

III

De que depende o "timbre".—Como êste se caracteriza nas caixas de ressonância do nosso aparelho vocal.

O *timbre* vocal depende, inicialmente, da constituição e estado dos lábios da glote, pois se a laringe se encontra congestionada, ou com mucosidades, etc., a vibração laríngea é logo perturbada: o som concreto gerado pela glote, ainda que contenha a nota fundamental que se pretende, já não possui os harmónicos que com esta normalmente se produzem, afectando-se, por consequência, a "côr" do som.

Mas como o timbre, para o mesmo tipo de instrumentos, depende fundamentalmente do número e qualidade dos harmónicos reforçados pelo ar da sua caixa ressonante—o que está em relação com as dimensões e fórma dêste espaço—assim também o timbre da voz humana deriva concretamente das condições das diversas cavidades pneumáticas do aparelho vocal, dado que cada cantor apoie cada nota, como deve, nos espaços que constituem a caixa harmónica do respectivo

registo. Já vimos que se um tenor, por exemplo, reforça na garganta um *lá* agudo, o seu timbre será diferente, do que se o apoia na máscara, isto é, nos espaços aéreos superiores. E' o que algumas vezes acontece devido quer a maus hábitos adquiridos no exercício do canto, quer a um vício de conformação como seja uma constrição exagerada da laringe que aumenta na emissão dos sons agudos, tornando o timbre *gutural*.

Para o mesmo género de voz e em igualdade de condições de apoio, o timbre variará com a fôrma, capacidade e tonicidade das paredes das nossas cavidades pneumáticas, incluindo, na máscara, os seios maxilares, frontais e esfenoidais em comunicação com a boca, pois destas condições dependem em grande parte, repetimos, a quantidade e qualidade dos harmónicos que se sobrepõem ao som fundamental e que, com êste, constituem a nota concreta produzida.

Na passagem ao apoio de cabeça, conferido ás notas altas, nota-se uma mudança de timbre resultante da nova atitude da glote e da nova ressonância que corresponde agóra a essas notas. Tornar menos sensível tal diferença, é facto de importância para a belesa do canto e constitui o estudo

melindroso da unificação dos registos, que tende a fundir os timbres nestas passagens da voz dum para outro apoio.

Certos tenores apresentam, na mudança do registo médio para o agudo, um timbre nasalado, devido não a um pretendido refôrço no nariz (a que alguns cantores de mau gôsto conscientemente recorrem) mas ao facto de o véu palatino, por deficiência orgânica, não vedar, nessa atitude vocal, a comunicação das fossas nasais com a faringe superior.

Mas isto não é tudo ainda para caraterisar o timbre, como já noutro lugar esboçámos. A boca é que confere a última modelação ao som vocal.

Além do character particular a cada voz, adstricto á natureza dos outros centros de refôrço, a cavidade bucal, apresentando de indivíduo para indivíduo disposição diferente, e variando, a sua fórma e volume de ar correspondente, de mil maneiras diversas, influi poderosamente na qualidade do som, sobretudo, no timbre das vogais que podemos aclarar ou escurecer, torna sombrio, brilhante ou abafado, conforme a atitude tomada pelas faces, pela língua e pelos lábios, sem contar

com as oclusões e reforçamentos de som produzidos pelas diversas consoantes durante a articulação.

Para melhor compreendermos a importância que possa têr a atitude da bôca sobre o timbre vocal, basta considerarmos que ela constitui, por si só, independentemente da laringe, uma fonte sonora, como se verifica na voz murmurada, onde a altura dos sons, perfeitamente definida, e a articulação das vogais e consoantes são uma mera função da ressonância bucal.

Finalmente: se as cordas vocais fixam, inicialmente, a altura de cada nota, lhe dão o primeiro impulso de amplitude e o caracter originário do timbre; as três qualidades do som da nossa voz, no ponto de vista acústico, acentuam-se, e, artisticamente, valorizam-se, nos diversos espaços pneumáticos do aparelho fonador. Dentre êstes, é a bôca, no entanto, o foco onde a voz afirma a sua «côr» definitiva; e é ela, segundo se acha mais ou menos aberta, e dada a conveniente acomodação das suas paredes, que propaga o som produzido a uma maior ou menor massa do ar ambiente.

I V

O timbre da voz humana é uma característica pessoal.— Demonstração teórica, e a sua verificação na prática.

Para maior clareza do assunto dêste número, insistiremos, ampliando-as progressivamente, nalgumas noções preliminares já aqui apresentadas e, ainda, noutras expostas em o nosso livro «A Música e o Teatro».

Sabemos com Helmholtz, cuja teoria de base experimental é hoje dominante na acústica geral e fisiológica, que o timbre de nma nota musical (som complexo) é uma qualidade que resulta da sobreposição, á nota fundamental dada por um instrumento ou pela voz, dos sons simples (harmónicos), com aquela concomitantemente produzidos.

A não sêr no diapasão que dá a vibração nitidamente pendular, e nalguns tubos fechados geradores dum som pobre de côr e, portanto, sem character musical, o fenómeno é evidente e constante, resultando o timbre de cada instrumento músico, fundamentalmente, do número, altura e intensidade dos harmónicos produzidos e, principalmente dos

reforçados pela sua caixa de harmonia, sons intimamente dependentes da fôrma e dimensões do volume de ar destinado á ressonância. Por isso é que cada tipo de instrumento, tendo um espaço aéreo de dimensões e fôrma privativas, apresenta um timbre próprio, distinguindo-se, assim, a mesma nota produzida por instrumentos diferentes.

Se, pela estrutura da caixa de ar do instrumento, as notas da respectiva escala são reforçadas pelos harmónicos graves, elas adquirirão um timbre mais pastoso, aberto e cheio; se, pelo contrario, predominam os harmónicos agudos, as notas resultarão estridentes como as das trombetas e clarins.

Os sons mais ricos e mais bem equilibrados em harmónicos são os da voz humana e dos instrumentos de arco que, por tal motivo—porque *cantam*—constituem a verdadeira alma das orquestras.

Esta teoria explica-nos a razão porque um mesmo violino, por exemplo, pôde têr, nas mãos de dois executantes diversos, nuanças de timbre sensivelmente diferentes, factó praticamente tão conhecido dos profissionais e dos críticos.

Atacando-se uma corda a um quarto

da sua extensão, produz-se neste ponto um *ventre*, centro de amplitude máxima, e a corda dividir-se-á ao *meio* por um *nó*: ao tempo que vibra a todo o comprimento, dando a nota para que se encontra afinada (nota fundamental), a corda, dividida pelo *nó* em dois segmentos iguais, apresentará em cada um dêles o *duplo* das vibrações correspondentes á sua extensão completa. Assim se determina, junto com o som fundamental, a produção da sua oitava aguda (2.^o harmónico) que lhe caracteriza um timbre.

Analogamente, se excitarmos a mesma corda a um sexto do comprimento obteremos um som de coloração diversa, no qual—dada a divisão da corda em três segmentos—se reconhece, pela análise dos ressoadores, além do som fundamental dominante, o seu terceiro harmónico.

Se, agora, a accionarmos pelo meio, teremos aí um *ventre* que se opõe á divisão da corda em quaisquer partes alíquotas, e esta dar-nos-á exclusivamente a nota fundamental com uma lamentavel pobreza de colorido sonoro.

O virtuoso do violino tirará, pois, partido da posição do arco sôbre a corda para,

pelos convenientes harmónicos, enriquecer o timbre dos vários sons a produzir.

Assentemos comtudo, em que, desde que os instrumentos sejam fabricados com uma mesma substância, tenham a mesma fôrma e dimensões, e sejam accionados sempre do mesmo modo, os seus timbres serão absolutamente iguais, visto em cada um dêles produzirem-se, para cada som fundamental, os mesmos harmónicos e com igual reforço em altura e intensidade pela respectiva caixa de harmonia.

De passagem, diremos, para se não entrar em maiores detalhes, (*) que o ruído resultante da vibração da matéria de que o instrumento é feito—madeira, latão, prata, cartão, èbonite—influi tambem na côr do som, introduzindo na vibração complexa de cada nota um coeficiente vibratório, fixo, peculiar á substância do invólucro.

Se dos instrumentos passarmos ao nosso órgão vocal, veremos que esta unidade de timbre, para cada voz do mesmo tipo, e

(*) O assunto, sob este aspecto, encontra-se sufficientemente desenvolvido no Capítulo 5.º da 1.ª Parte do nosso livro—*A Música e o Teatro*.

em vista dos principios já expostos, é impossível de existir integralmente.

Cada naipe ou tipo de voz—soprano, contralto, tenor, barítono ou baixo—é caracterizado por uma qualidade *geral* de timbre que torna o cantor de cada tipo suficientemente distinto dos artistas doutro tipo.

Mas, como a dentro de cada um dêstes napes não encontrâmos dois indivíduos com cordas vocais absolutamente idênticas, nem com tubo laríngeo e cavidades sub e superglóticas inteiramente iguais, pois a Natureza não produz com o rigor matemático duma fábrica—bastando mais um pouco de curvatura ao céu da bôca, qualquer ampliação ou apêrto de laringe, uma mais ou menos completa vedação do palatino, uma alteração na capacidade das narinas, dos seios maxilares ou frontais, ou a diferente tonicidade das paredes vivas do tubo fonador, para amortecer ou intensificar certos harmónicos, —segue-se que num grupo de tenores, por exemplo, cada um, obedecendo ao caracter *geral* de timbre fixado para o seu tipo de voz, apresentará um timbre *privativo*, nuança sonora imediatamente derivada das ligeiras diferenças acima consideradas. E o mesmo para os outros tipos vocais.

Assim é que também temos sopranos de timbre claro, dôce, nasalado, baço, mordente, metálico, argentino, brilhante, estri-dente... mas sendo todos sopranos pelo seu timbre geral. Esta é uma particularidade da acústica fisiológica que se contém inteiramente, como vimos, na teoria da acústica física—sendo uma das suas confirmações mais decisivas.

Se num conjunto de trompas, suponhamos, podemos obter uma sensível uniformidade de timbres, visto que todas elas oferecem a mesma fórmula e dimensões, idêntica segmentação de tubos e a mesma espessura de paredes trabalhadas sobre um igual latão, num grupo de tenores ou sopranos o resultado já é sensivelmente diferente.

Basta que a maioria das vozes do conjunto, por disposição da glote e das respectivas capacidades aéreas, sejam poucas de harmónicos, deem predomínio aos graves e médios da série, apresentando-se pobres, baços ou nasalados; e que, doutra parte, duas ou três vozes do grupo sejam melhor dotadas em harmónicos médios e agudos, adquirindo uma sonoridade mais mordente ou argentina, para que estas surjam dominando sobre as outras por um

mais brilhante esmalte vocal. E ainda mais se notariam, embora sem beleza por se apresentarem estridentes, se nelas quasi exclusivamente dominassem, em número e intensidade, os harmónicos mais agudos da série.

Um individuo mesmo ignorante da acústica física e fisiológica, mas portador dum bom ouvido musical, descobre imediatamente as diferenças apontadas, pois o órgão auditivo tem o condão de decompôr todos os sistemas de ondas sonoras que o atinjam—o que já não acontece com a retina em relação ás ondas luminosas.

E o timbre, como demonstrou Helmholtz, no ponto de vista físico, e Fourier, pela análise mais geométrica das curvas de vibração, resulta dum complexo de ondas traduzidas por sinusóides escrespadas que se não sobrepõem nunca para as diferentes vozes—embora estes dêem a mesma nota em intensidade e altura—razão porque os timbres vocais são também praticamente inconfundíveis, constituindo uma característica pessoal dos cantores.

CAPÍTULO TERCEIRO

A afinação vocal

I

Considerações gerais sôbre a afinação musical.—A gama dos físicos e a gama temperada.

¿Em música, á palavra afinação sempre andarâ affecto um sentido absoluto, ou o conceito que tal termo representa poderá admitir, praticamente, a ideia duma aproximação, dentro de determinados limites?

Pondo de parte a gama de Pitágoras, a da melodia grega, e que segundo as experiências de M. Cornu se poderia considerar a gama verdadeiramente natural, isto é, aquella que os perfectos cantores e instrumentistas seguiriam

ao executar, sem acompanhamento, uma qualquer melodia, — temos nas interpretações actuais o emprêgo de duas gamas que, como geralmente se sabe, de modo algum coincidem: a gama exacta, matemática, ou dos físicos, e a gama temperada, a dos instrumentos de sons fixos, tão vulgarizada hoje.

Na primeira, distinguem-se o tom maior do tom menor, e os sustenidos duma nota dos bemóes do som seguinte; assim como se não confundem o *mi* e o *si* sustenidos, respectivamente, com o *fá* e o *dó* bemóes.

Como introdução a êste assunto, vamos socorrer dalgumas conhecidas noções da teoria física da música.

As notas da escala, em ordem ascendente (gama maior), são representadas pelas relações seguintes, tomando-se para unidade o número de vibrações do som mais grave (nota tónica):

<i>dó,</i>	<i>ré,</i>	<i>mi,</i>	<i>fá,</i>	<i>sol,</i>	<i>lá,</i>	<i>si,</i>	<i>dó</i>
1,	$\frac{9}{8}$,	$\frac{5}{4}$,	$\frac{4}{3}$,	$\frac{3}{2}$,	$\frac{5}{3}$,	$\frac{15}{8}$,	2

cujos intervalos são :

<i>ré-dó,</i>	<i>mi-ré,</i>	<i>fá-mi,</i>	<i>sol-fá,</i>	<i>lá-sol,</i>	<i>si-lá,</i>	<i>dó-si</i>
$\frac{9}{8}$,	$\frac{10}{9}$,	$\frac{16}{15}$,	$\frac{9}{8}$,	$\frac{10}{9}$,	$\frac{9}{8}$,	$\frac{16}{15}$

Assim fica patente que os intervalos entre o *ré* e o *dó*, o *sól* e o *fá*, e o *si* e o *lá*, chamados *tons maiores*, são de $\frac{9}{8}$; e os intervalos entre o *mi* e o *ré* e o *lá* e o *sol*, denominados *tons menores*, representam-se por $\frac{10}{9}$; sendo de $\frac{16}{15}$ os intervalos entre o *fá* e o *mi* e entre o *dó* e o *si*, chamados *semi-tons maiores*. A relação do tom maior para o menor, igual a $\frac{81}{80}$, é o que se chama *coma*, correspondendo a dois sons muito próximos, já difíceis de reconhecer por ouvidos mais vulgares.

Sabemos ainda que, relacionada com a *gama maior*, existe uma outra, chamada *gama menor*, também empregada hoje, e que apresenta a seguinte fórmula:

$$1, \quad \frac{9}{8}, \quad \frac{6}{5}, \quad \frac{4}{3}, \quad \frac{3}{2}, \quad \frac{5}{3}, \quad \frac{15}{8}, \quad 2$$

Ora o intervalo compreendido entre a *terça maior* $\frac{5}{4}$, e a *terça menor* $\frac{6}{5}$, — relações que estabelecem a distinção das duas gamas — obtém-se dividindo a primeira relação pela segunda. Este quociente é $\frac{25}{24}$, inter-

valo um pouco inferior a $\frac{16}{15}$, e que por isso se chama *meio tom menor*.

Quando se quiere altear de meio tom uma nota, isto é, obter-lhe o sustenido, multiplicâmo-la por $\frac{25}{24}$; para bemolisá-la, baixá-la de meio tom, efectua-se o producto pela relação inversa $\frac{24}{25}$.

Para nos certificarmos de que o *sustenido* duma nota se não confunde com o *bemol* da seguinte, basta-nos um exemplo, para fixar ideias:

Supondo o *dó* expresso por 1, o *dó sustenido* é representado por $1 \times \frac{25}{24} = \frac{25}{24}$. E o *ré bemol* deverá exprimir-se por $\frac{9}{8} \times \frac{24}{25} = \frac{27}{25}$, evidentemente *mais alto* que o *dó sustenido*, o que bem mostra que os dois sons se não igualam. O que se diz para o intervalo *ré-dó*, diz-se para todos os outros formados por tons inteiros.

Aos intervalos de meio tom, *fá-mi* e *dó-si*, designados pela relação $\frac{16}{15}$, applicam-se as mesmas considerações, e conclui-se que o *mi sustenido* não coincide com o *fá*,

nem o *fá bemol* com o *mi*, havendo portanto duas notas distintas entre o *mi* e o *fá* naturais.

Os dados da teoria estão conformes com os factos da experiência. Todos êstes sons—naturais, bemóis e duplos bemóis, sustentidos e duplos sustentidos—são inconfundíveis na composição musical, e, numa rigorosa execução vocal ou de instrumentos de arco, por exemplo, podem, (como sempre puderam) nitidamente distinguir-se.

A verdade, porém, é que, por facilidades de ordem técnica, a tendência, cêrca já dos fins do século XVII, era a da supressão dos chamados sons supérfluos, procurando fundirse, num só, os que eram bastante aproximados para que da sua confusão não resultasse diferença *muito sensível* ao ouvido.

Destas tentativas simplistas, acentuadas no século XVIII e na primeira metade do século XIX, resultou uma gama não exacta, mas bastante cómoda e prática, a *gama temperada*, geralmente aceite e que permitiu nas execuções musicais o largo emprêgo dos instrumentos de sons fixos, como o piano e o órgão.

Nesta gama não se distingue entre o tom maior e o menor, nem entre o meio-tom

maior e o meio-tom menor, sendo o sustenido duma nota igual ao bemól da seguinte. (*)

Esta rápida exposição sôbre as diferenças que caracterizam as duas gamas, a exacta e a temperada, tem por fim mostrar, unicamente, como a gama do pianista é menos justa relativamente á dos instrumentos de arco, razão porque os pianos

(*) Para determinar o valor do meio-tom cromático, representemos por 1 a tónica, servindo de ponto de partida e, conseqüentemente, por 2 a sua oitava.

Entre êstes extremos temos de intercalar 12 meios-tons *iguais*.

Designando por q o intervalo constante que pretendemos achar, e que deve estar contido 12 vezes entre aqueles limites, teremos:

$$1 : q : q^2 : q^3 : q^4 : q^5 \dots 2;$$

para determinar q , razão desta progressão geométrica cujo primeiro termo é 1 e o último é 2, basta-nos achar a raiz do grau 12 do quociente $\frac{2}{1} = 2$.

Teremos pois

$$q = \sqrt[12]{2} = 1,066$$

Esta é a fórmula fundamental da gama temperada e que dá o valor do meio-tom cromático.

Conhecido q , para se determinar uma das doze notas da gama, basta elevá-lo ao expoente que indicar a ordem dessa nota na escala.

estão banidos da composição das mais perfeitas orquestras.

Daqui resulta que um cantor interpretando uma melodia acompanhada a piano, e, outro, cantando o mesmo trecho com um bom violinista, não estarão de acôrdo ainda que se sirvam, como deverá sêr, do mesmo diapasão. Isto mostra que a palavra *afinação* não tem hoje um sentido absoluto, podendo dizer-se que o piano não é um instrumento rigorosamente afinado e que, sobretudo, desafina, para ouvidos bem educados, quando toca em conjunto com bons instrumentos de arco, como acontece nos sextetos e pequenos grupos orquestrais.

A experiência e o cálculo demonstram que entre a gama matemática e a gama de Pitágoras ha, no ponto de vista do *número* das alterações, menores diferenças que entre a primeira e a gama temperada. Emquanto que nesta ultima, *todos* os sons —a não sêr os tónicos e as suas oitavas— se encontram modificados para mais ou para menos em relação aos do mesmo nome da gama exacta, na de Pitágoras só se encontram alterados o *mi*, o *lá* e o *si*, ainda que mais fortemente do que na gama temperada.

E chegámos ao ponto em que melhor

focâmos a primeira parte deste assunto: mostrar que, no canto, visto que tratâmos de acústica fisiológica, conforme o acompanhamento é feito por uma bôa orquestra ou por piano, o executante segue, respectivamente, a gama exacta ou a temperada: que tanto é dizer que reproduz do mesmo trecho duas melodias desajustadas entre si, o que tira, repetimos, á palavra *afinação*, dentro da música prática, o sentido que muitos consideram absoluto.

Sendo sómente exacta a gama matemática ou dos físicos, e aproximada, a outra, ainda que geralmente aceite, temos de concluir que numa execução se pôdem cometer, ainda, ligeiros afastamentos de tom insensíveis a um auditório médio,—considerando-se, portanto, *rigorosamente* afinados, e não simplesmente afinados, os instrumentistas ou cantores que não praticam tais desvios. Estes são os que absolutamente satisfazem, no ponto de vista da justeza, o ouvido musical mais exigente e educado.

De passagem diremos que o emprêgo duma ou doutra gama está bem longe de sêr indiferente quando consideremos os efeitos musicais em seu conjunto.

Helmholtz fez construir um harmónio especial que lhe permitia tocar, á vontade, servindo-se da gama exacta ou da gama temperada, afim de reconhecer se da comparação duma com outra resultavam diferenças bem sensíveis.

Eis os resultados obtidos, segundo P. Blaserna :

«Com a gama exacta, os acordes consonantes tornam-se muito mais dôces, mais claros e transparentes, os acordes dissonantes mais mordentes e mais fortes; a gama temperada, pelo contrário, mistura tudo numa tinta uniforme, sem um character definido. Na primeira, os sons resultantes teem uma importância maior e, em geral, a música toma um character mais decidido, mais franco, mais dôce e mais robusto. Este facto prova que os resultados da teoria não são puras especulações ou exageros pedantescos, mas que teem, pelo contrário, um verdadeiro valor real que deverá fazê-los aceitar, por igual, na bôa música prática».

II

Circunstâncias que, afóra a surdez tonal, influem na desafinação duma voz.

Depois destas considerações tendentes a fixar o que em música se deve considerar *afinação*, vamos estudar os factores que contribuem para a desafinação duma voz, desafinação atribuída, geralmente, apenas a deficiências do ouvido musical.

- a) Falta de justeza duma voz por defeito do centro coordenador ou por resistência dos músculos da laringe.

Sem dúvida que um indivíduo que não possua ouvido justo, jámais poderá sêr um cantor de afinação. Esta circunstância é de todo o ponto indiscutível; mas não é a única a determinar a falta de justeza duma voz.

Uma das causas que contribui para êste efeito reside numa imperfeição do cerebelo, impeditiva da conveniente coordenação dos movimentos da glote. E' o caso em que a voz não obedece completamente á cabeça.

Póde um indivíduo ter um ouvido mu-

sical perfeito ; têr, no cérebro, justas, as notas da melodia que nos pretende cantar, e reproduzí-las detestavelmente sob o ponto de vista da exactidão do tom. Este facto é frequentíssimo mesmo entre os grandes regentes de orchestra, músicos a que é indispensavel um ouvido finíssimo tanto para as avaliações tonais como para as diferenciações de timbre: quando tenham de indicar pela voz uma passagem que se deva corrigir, raro afinarão êsse trecho que, para os executantes ou cantores, só se torna compreensível pelos nomes e valores das notas solfejadas, que não pela sua própria intonação.

Se os lábios da glote não tomarem as *attitudes* correspondentes á emissão de cada som, pode o ouvido do cantor sêr extremamente delicado e rigoroso que o canto sempre sairá desafinado.

Este defeito é grave e, geralmente, inibitório, devendo distinguir-se doutro com que aparentemente se confunde e que resulta duma inadaptação funcional, isto é, duma resistência passiva dos músculos da laringe.

A descoordenação dos movimentos é uma das mais fortes causas de insucesso na vida dos músicos de execução. Notámo-la em instrumentistas de arco e mesmo em muitos

pianistas onde ela tem sido particularmente apontada pelos fisiologistas da música.

Da falta de coordenação glótica é que os livros não dão conta, como se os movimentos da laringe não tivessem, na produção do som vocal, o mesmo efeito dos movimentos digitais para a produção da nota sôbre o piano ou o violino.

Rubinstein que foi um pianista eminente, sobretudo pelas faculdades de interpretação e grande poder expressivo, identificando-se inteiramente com o espírito do autor, não tinha, apessr de tudo, uma dedilhação impecável.

O seu centro coordenador estava bem longe de perfeito: trocava frequentemente as notas, — que é o único modo de *desintonar-se*, sôbre um piano afinado.

Conta Combarieu que, num concêrto em Paris, a propósito do qual o pianista era cumulado de elogios, êle respondera a um dos seus admiradores: «Com as notas falsas que eu dei, poderia compôr-se um belo trecho.»

Não lhe faltava o ouvido musical. Rubinstein conhecera nitidamente as suas faltas. Simplesmente, os músculos que presidem á movimentação dos dedos não lhe obedeciam perfeita e exactamente á cabeça.

Ainda que os movimentos da glote, para o canto, sejam mais automáticos que os da mão do pianista, principalmente durante os respectivos estudos, é indubitável que ambos são ordenados pelo cérebro, e que a digitação na grande interpretação pianística é uma função que se torna, por assim dizer, inconsciente.

Ha pianistas de vocação, sem o mais elementar conhecimento de música nem qualquer estudo do instrumento, que tocam, sem uma falta, os trechos que teem de ouvido, sendo a sua mecânica, absolutamente instintiva, derivada apenas duma íntima e perfeita conexão entre o cérebro, o cerebelo, e os cordões nervosos que actuam na digitação tornada naturalmente fácil por uma grande mobilidade articular.

Ha pessoas que trauteiam afinado, a meia voz, ou dentro duma adequada tessitura, não podendo mantêr essa justeza se teem de cantar com maior intensidade ou noutro tom, ainda que o órgão vocal lhes permita francamente essa emissão.

Para êstes, um tenaz e atento estudo com bons mestres—insistindo sôbre vocalisações e empostamentos do som—consegue,

em geral, vencer a resistência oposta pelas fibras musculares da laringe, e a má adaptação das diversas partes do aparelho fonador. O exercício guiado pelo mimetismo e pelo ouvido, darão a plasticidade indispensável aos elementos anatómicos em acção, conferindo-lhes o seu regular funcionamento. É uma educação funcional a fazer-se, semelhante á do violinista ou pianista de bom ouvido e de coordenados movimentos, mas de fraca ou mediana agilidade.

Quando o defeito é do centro coordenador dos movimentos, êle é fundamental, e insusceptível, crêmos bem, duma modificação intrínseca, segura; se o centro funciona bem, mas é mal obedecido mercê de resistências anatómicas da laringe, essa rebeldia póde ser corrigida, dentro de certos limites, como dissémos, por um estudo persistente e adequado.

O empostamento da voz, tem em vista fixar, pela tensão da glote, emissão e apoio em determinada parte do aparelho vocal, a intonação e o timbre de cada nota. Mas êste estudo, feito para um diapasão determinado—o diapasão normal, por exemplo—não habilita o cantor, com segurança, a mudar subitamente as suas emissões para

outro tom, mesmo que êste esteja contido dentro dos seus recursos vocáís. Neste caso, que se deverá evitar, o artista precisa de preparar a voz adaptando-a á nova tessitura, afim de evitar faltas ocorrentes de justeza, tanto no tom como na «côr» das notas, devidas á resistência anatómica oferecida pelo aparelho fonador, preparado para bem diferentes atitudes.

b) Afinação confusa, devida á bi-tonalidade da voz.

Certas vozes apresentam, constantemente, uma bi-tonalidade discordante que impressiona tão desagradavelmente o ouvido como uma real desafinação.

E' o defeito dos sons dobrados a que os franceses dão o nome de *roulette*, e pelo qual a voz oscila entre a nota exacta e um som próximo, produzindo-se uma contínua dissonância. E' difícil, ás vezes, e penoso, destringar nestas vozes o verdadeiro desenho melódico.

Trata-se duma afecção das cordas vocais tornadas insusceptíveis de manter, na emissão de cada som, a tensão que lhes compete, e que resulta quâsi sempre, segundo os me-

lhores mestres, de esforços mal dirigidos procurando uma maior intensidade ou uma excessiva extensão, ou de imprudentes tentativas para mudar o timbre natural da voz, engrossando-a artificialmente.

Está no absoluto repouso a primeira parte da cura desta afecção funcional. Dado que a terapeutica vocal dê a sua missão por cumprida, o professor de canto tratará de refazer essa voz com um extremo cuidado, evitando, êle e o aluno, tudo quanto represente uma canseira da laringe.

c) Influencia do mêdo na desintonação da voz.

O estado nervoso do cantor, tão frequente nas primeiras audições, pôde, independentemente do ouvido, conduzir-lhe a voz a sensíveis desvios tonais.

Este facto, que observámos muita vez em estreañtes cujas faculdades conheciamos, e até em artistas feitos, perante um público novo, vemo-lo confirmado dêste modo, pelo notável artista e professor de canto J. Faure, no seu livro — *«La Voix et le Chant»*, — sob o capítulo *De la peur*: «em alguns artistas traduzem-se os efeitos do mêdo por uma

falta de segurança na intonação, por uma tendência, marcada, para cantar alto”.

A explicação do fenómeno, que vamos interpretar, deverá concluir-se da fisiologia nervosa, particular a êsse estado de alma.

A uma exaltação psíquica, sempre corresponde uma tensão nervosa traduzida na voz, mesmo falada, por uma elevação do tom — o que a música dramática aproveita para determinados efeitos de expressão.

A arte do cantor, dando, intencionalmente, essa elevação de tom á voz, mercê da reversibilidade do fenómeno, tende a reproduzir no auditor a emoção basilar correspondente. (*)

Esta correlação constitui um facto que se desmembra assim: a uma actividade psíquica, acima da normal, corresponde uma maior actividade vital, (com aceleração respiratória e cardíaca, etc.) da qual partilham as fibras da glote, contraíndo-se por intermédio dos nervos motores respectivos, e determinando uma elevação do som vocal.

Ora o mêdo é um estado de espírito

(*) Este assunto é tratado com outro desenvolvimento nos capítulos I e II, da 2.^a parte do nosso livro — *A Música e o Teatro*.

concomitante duma excitação nervosa caracterizada por essa contracção glótica que, por assim dizer, fixa a voz do cantor — *personalmente* atingido pelo pânico — num diapasão mais alto; e é dentro desta tessitura ocasional que o artista executa a melodia, realizando um desenho sensivelmente paralelo ao fixado pela orquestra, mas com êle evidentemente discordante.

A situação psíquica individual não permite ao artista — ainda que adquira consciência dêsse desvio de tom — tomar a verdadeira afinação basilarmente viciada pelo estado constritivo da glote. O cantor desafinará *para cima*, até que se lhe acalmem os nervos e retome a necessária paz de espírito. Aquêles que não venha, pela vontade e pelo hábito, a dominar estas excitações nervosas — caso pouco vulgar, felizmente — vêr-se-á obrigado a abandonar o exercício da sua arte, embora para ela possua as mais belas e mais raras faculdades.

Eis, pois, mais um caso de desafinação funcional devido unicamente a um particular e limitado espasmo da laringe (*) e que, por

(*) Na cólera, por exemplo, êste espasmo pôde levar a uma afonia parcial ou total, passageira.

ignorância, tanta vez se atribui a uma deficiência auricular. Alimenta esta confusão, a circunstancia de num grande número de casos — e devido á perturbação característica dêste estado moral—o ouvido do cantor não registrar aquêlê desvio de som, assim tornado perfeitamente inconsciente.

d) Desafinação por perturbação auditiva durante o canto.

Nas vozes agudas, nota-se, por vezes, certas faltas de justeza apenas restringidas ao registo alto, quando em pleno som. As notas correspondentes, apoiando-se e ressoando nas cavidades aéreas situadas na cabeça, impedem ao cantor uma nítida audição da sua voz, não lhe permitindo, por isso, fiscalisar devidamente a própria intonação.

E' um defeito resultante, porventura, da disposição dêsses espaços relativamente á situação e conformação do órgão auditivo; ou conseqüente, talvez, duma inadequada empostação da voz, ou, ainda, duma deficiência do ouvido fisiológico, que uma atenção convenientemente educada poderá certamente corrigir.

O facto é verdadeiro; estas são as explicações que nos acodem, mas a nossa observação, insuficiente neste ponto, não nos permite apresentá-las fóra do campo vago das hipóteses.

Nalguns indivíduos, segundo o laringologista Pedro Bonnier, o hábito de forçar, de cerrar a voz nos sons agudos, congestiona a região cervical, cefálica e auricular, modifica, localmente, a pressão sanguínea e labiríntica, e o ouvido baixa, em geral: querê dizer, ouve os sons como se fôsem mais graves, o que faz com que o cantor guiado pelo seu ouvido, *desça* também e tome a nota abaixo do verdadeiro tom. Noutros, uma forte tensão do aparelho faríngeo-superior e do aparelho palatino actua secundariamente sôbre a musculatura das trompas de Eustáquio e do aparelho timpânico: para certas notas, o ouvido crispa-se, ou torna-se surdo, ou ouve duma maneira incorrecta. Noutros, ainda, cujo funcionamento renal é defeituoso, a ressonância do canal auditivo ou das cavidades faríngeas superiores, ou a abertura intempestiva das trompas de Eustáquio determinam uma contracção convulsiva que falseia subitamente o ouvido por um tempo mais ou menos longo. Muitas faltas

de justeza devidas a estas causas, são facilmente remediáveis, no dizer do mesmo autôr.

- e) Falta de nitidez na justeza vocal, devida a particularidades de timbre.

Existem vozes anti-musicais, umas, por pobreza de harmónicos, outras por serem acompanhadas de ruídos que lhe inquinam a pureza sonora, e outras, ainda, por affectarem falta de nitidez na justeza tonal, como resultante de particularidades do timbre.

E' destas ultimas que nos vamos ocupar, tratando de interpretar êste facto que ainda não vimos scientificamente explicado.

A indecisão de tom é, geralmente, limitada a certas notas e, nalguns casos, a algumas notas cantadas sôbre determinadas vogais.

Ora sabemos que de todos os sons musicais é a voz humana o mais opulento em harmónicos, em geral, intimamente ligados com o som fundamental, o que lhe confere um timbre particularmente grato, superior em beleza ao de todos os instrumentos músicos.

Êsses sons simples são variáveis não só em número mas também em intensidade, por motivos que ádiante indicaremos.

Representando por 1 o som fundamental, os harmónicos serão expressos pela série natural (*):

<i>dó</i>	<i>dó₁</i>	<i>sol₁</i>	<i>dó₂</i>	<i>mi₂</i>	<i>sol₂</i>	<i>si₂-bemól</i>	<i>dó₃</i>
1:	2:	3:	4:	5:	6:	7:	8:

Fazendo soar o *dó* indicado pelo número 1, reconheceremos, pelos ressoadores, a presença da oitava superior ($2 = \text{dó}_1$), da quinta da oitava ($3 = \text{sol}_1$), da segunda oitava ($4 = \text{dó}_2$), o *mi* desta oitava ($5 = \text{mi}_2$), etc.

Facilmente se compreende que, se neste conjunto, por qualquer motivo, predominar em intensidade um determinado harmónico, venha o som composto a alterar-se em benefício deste mesmo harmónico que lhe viciará a pureza do tom, definido pelo som fundamental, pôsto assim numa menor evidência.

O som composto — marcado na escala pelo som fundamental — constitui, pelos sons simples que o formam, uma verdadeira harmonia que o sétimo harmónico, já por si, se fôr intenso, poderá indiscretamente perturbar,

(*) Os índices numéricos junto aos nomes das notas, indicam, pela sua ordem, a oitava a que cada nota pertence.

visto este não fazer parte de qualquer sistema musical, marcando a grande separação entre os acordes consonantes e dissonantes.

Ora se notarmos que os harmônicos vocais são reforçados nas cavidades aéreas do aparelho fonador, e que estas, por condições anatómicas, são variáveis de indivíduo para indivíduo, logo compreenderemos como a nota fundamental possa ser prejudicada na sua justeza pelo predomínio dum harmónico — mesmo que não seja o sétimo — uma vez que esse som simples não seja nenhuma das suas oitavas. Uma mera casualidade de conformação orgânica dos espaços laríngicos e super-glóticos pode ser causa determinante d'este facto.

Sabemos que as cordas vocais são simples geradores de som, e que a intensidade d'este depende exclusivamente do refôrço, da ampliação que lhe conceda a respectiva cavidade aérea. Se, em qualquer nota — o *dó* considerado acima, por exemplo, — o som fundamental adquirir uma fraca ampliação, e o seu terceiro harmónico fôr intensamente reforçado no espaço aéreo respectivo, — sôbre o *dó* predominará o *sol*₁, dando á apreciação de quem ouve uma impressão desagradável, uma indecisão na justeza do som, pois o ouvido,

que deveria sêr ferido principalmente por um *dó*, foi fortemente chocado por um *sol* que, apesar de sêr um harmónico, poderá figurar assim como som fundamental.

Este é o caso de muitas vozes estridentes que são apenas desentoadas pelo timbre. Riemann, no capítulo v do seu livro «Os Elementos da Estética Musical», sem interpretar o fenómeno a que nos vimos referindo, nota vagamente que «a diferença de intensidade dos harmónicos influi sôbre a *impressão de elevação* do som».

No canto, certas vogais são mais dispostas, nalgumas vozes, para estas entoações menos puras, que, como se vê, são independentes do ouvido musical de quem canta e da produção glótica, exacta, do som fundamental.

Das experiências de Helmholtz sôbre o timbre das vogais cantadas, sucessivamente, sôbre a mesma nota—a que já fizemos referência no nosso livro «A Música e o Teatro» —conclui-se:

A vogal *a* contém, afóra o som fundamental, o segundo harmónico fraco, o terceiro forte, e o quarto fraco.

O *o* possui, com o som fundamental, o

segundo harmónico muito forte, e o terceiro e o quarto fracos.

Da falta de intensidade nas duas oitavas harmónicas do *a*, e da preponderância da quinta da oitava do seu som fundamental (3.º harmónico), resulta que o timbre desta vogal é naturalmente *aberto*, e com tendência para falhar de justeza, caso haja, no indivíduo que a canta, disposição orgânica para um grande refôrço dêste 3.º harmónico —já de si intenso relativamente á nota base.

Se o *a* fôr, por exemplo, atacado sôbre um *dó* velado, ouvir-se-á nêste caso, conjuntamente com êle, um *sol*₁ forte que, em certo grau, lhe viciará a intonação. Para melhorá-lo em justeza e «côr», sobretudo nas altas regiões da escala, convem mixturar ao *a* o som do *o*, afim de êste reforçar com o som fundamental e o seu 2.º harmónico (1.ª oitava), que é predominante, o som mixto fundamental. E' o que empiricamente fazem alguns cantores quando atacam sôbre um *a* as notas mais agudas, tornando esta vogal mais *fechada* ou, como outros dizem, mais *escura*, aproximando-a sensivelmente dum *o*.

O *i* possui os harmónicos mais agudos, e, especialmente, o quinto, muito acentuado. E', em muitos cantores, uma vogal ingrata

para colorir e afinar quando recái sôbre uma nota aguda. Atacando-se um *dó* sôbre a vogal *i*, ha o perigo de aparecer reforçado, pela disposição natural já indicada, o *mi* da sua segunda oitava — o harmónico caracterisada-mente intenso da vogal — predominando sôbre o *dó* fundamental, e empanando-lhe, por isso, a nítidez da afinação.

Se nas cordas vibrantes a amplitude dos harmónicos e, por consecuencia, a sua intensidade, é necessariamente menor que a do som fundamental, procurando-se nos instrumentos, artificialmente, pela fôrma e dimensões da caixa de harmonia, um refôrço de som que não altere esta relação, — a ampliação vocal no espaço de ressonância, tão variado e caprichoso, do aparelho fonador, conduz por vezes ás anomalias atraz consideradas e que são, a nosso vêr, a causa das indecisões de justeza, por influênciã do timbre, que vimos aqui analisando.

III

¿ Poderá corrigir-se, numa audição de conjunto, com adequados acordes, o efeito duma voz de menos nítida justeza por deficiências de timbre? — O que nos mostram os grupos orfeónicos.

Dado que uma nota é sempre um som composto, constituindo os seus sons simples uma agradável harmonia, claro se torna, como vamos mostrar, que uma voz de afinação indecisa por particularidades de timbre, pode “melhorar” numa audição de conjunto, se, no acompanhamento, seguindo-a, entram instrumentos ou, antes, outras vozes produzindo sons que, com as notas cantadas, originem, continuamente, um acorde perfeito.

O que vamos expôr dá-nos a razão porque nos orfeões, sobretudo, se tiram admiráveis efeitos resultantes, embora as vozes componentes sejam mal dotadas e incultas. Tudo se explica pela interpretação acústica duma lei fundamental da harmonia.

De facto, se nós combinâmos vários sons, para que êstes determinem um acorde, não

basta que os sons fundamentais estejam em relações simples, entre si, mas que os seus harmónicos se contenham, também, a dentro desta lei (Fourier-Blaserna).

Representando por 1 o som fundamental, êste com os seus harmónicos será dado pela série :

1 . 2 . 3 . 4 . 5 . 6 . etc.

Se considerarmos a *oitava* representada por 2, êste som com os respectivos harmónicos será representado por

2 . 4 . 6 . 8 . 10 . 12 . etc..

termos que estão para o seu primeiro na mesma relação dos da série anterior.

Comparando os dois sons musicais considerados, vemos que a *oitava* não contém nenhum harmónico que não entre já no *som fundamental*, pelo que poderemos chamar a êste e suas oitavas (4, 8, etc.), sons da *mesma espécie*.

Por consequência, juntando a oitava ao som fundamental, obtemos apenas o refôrço dalguns harmónicos desta nota, o que dará ao conjunto o efeito dum *som único* com ligeira modificação de timbre.

Se numa nota cantada, o seu som funda-

mental fôsse fraco, e, forte, qualquer dos seus harmónicos — excepção feita, é claro, das oitavas — perturbando-lhe por isto a nitidez da entoação, a função da sua primeira oitava (como nota independente) com as oitavas harmónicas respectivas, seria dar ao todo uma intensificação sonora da *mesma espécie* do som fundamental, e firmaria, nêste, o seu tom exacto e decisivo. Como se vê, dos outros primeiros harmónicos, o sexto apenas é que viria repetido e, por isso, ampliado; mas ainda que fôsse êste o perturbador da entoação — hipótese pouco provável pela ordem elevada dêsse som — o refôrço introduzido pelas várias oitavas indicadas daria, tonalmente, um franco e definitivo predomínio ao som fundamental.

Se áquêle acorde se lhe juntar a *quinta*, teremos os seguintes sons harmónicos, incluindo a mesma quinta, representada por $\frac{3}{2}$:

$$\frac{3}{2} \cdot 3 \cdot \frac{9}{2} \cdot 6 \cdot \text{etc.}$$

Além dos sons 3, 6, etc., compreendidos no som fundamental, aparecem, agora, os sons novos $\frac{3}{2}$, $\frac{9}{2}$, etc., que tornam o acorde

com a *quinta* menos perfeito que com a *oitava*.

Mas se ligarmos a êste novo acorde, a *oitava grave* do som fundamental, teremos os sons:

$$\frac{1}{2} \cdot 1 \cdot \frac{3}{2} \cdot 2 \cdot \frac{5}{2} \cdot 3 \cdot \dots \cdot \frac{9}{2}, \text{ etc.}$$

que se encontram entre os harmónicos atraz considerados, incluindo os $\frac{3}{2}$, $\frac{9}{2}$, etc., da *quinta* e que são, como se vê, o terceiro e nono harmónicos da *oitava grave*, introduzida. O adiconamento desta *oitava* tornou mais perfeita, evidentemente, a harmonia do conjunto e a fixação tonal da nota basilar.

Introduzindo, agora, nêste acorde, a *terça maior*, representada com os seus harmónicos por:

$$\frac{5}{4} \cdot \frac{5}{2} \cdot \frac{15}{4} \cdot \frac{10}{2}, \text{ etc.}$$

teremos, outra vez, alguns sons novos. Restaure-se, contudo, a harmonía do acorde se lhê adicionarmos a *segunda oitava grave*, representada por $\frac{1}{4}$, em cujos harmónicos se acharão contidos os correspondentes á *terça maior*, e que acabámos de indicar,

Pelo que vêmos, o acorde do som fundamental com a oitava aguda, com a quinta e com a terça maior torna-se muito mais perfeito e agradável se lhe juntarmos as duas oitavas graves.

Enriquecer-se-á o timbre pelo número e variedade dos harmónicos; e a sobreposição das oitavas, directa e indirectamente introduzidas no conjunto, tornarão cada vez mais sensível e mais franca a tonalidade do som fundamental.

Estas deducções da acústica estão inteiramente de acôrdo com o estabelecido, desde ha muito, na música prática.

No acorde perfeito, repetimos, todos os sons produzidos devem concorrer para o refôrço do som fundamental, transformando-o como num som único dum timbre eminentemente rico e musical.

E isto sendo tanto mais notório quando maior fôr o número dos sons simples constitutivos das notas empregadas no acorde, segue-se que serão as vozes humanas, pela sua verificada opulência em sons harmónicos, que produzirão os acordes mais dôces e sonoros, e, finalmente, os mais belos e gratos ao ouvido.

Este facto, de deducção teórica, mas expe-

rimentalmente comprovado, indica-nos como se poderia «melhorar», num conjunto, por *adequados acordes*, o efeito duma voz mal dotada pelo timbre; e explica, quanto a nós, toda a razão da singular beleza, notada e tão mal inquirida, dos grandes efeitos orfeónicos, alcançados, como já dissemos e se sabe, com vozes geralmente comuns, por vezes más, e quasi sempre sem cultura. Elas corrigem-se umas ás outras, pelos grupos dispostos em acorde; e o conjunto, sendo formado basilarmente por baixos, barítonos e tenores, será sempre beneficiado pela introdução de dois naipes femininos, cantando embora, cada um dêles, a mesma *parte* de cada um de dois grupos masculinos—sopranos com tenores e contraltos ou meios sopranos com barítonos—pela coloração de timbres e fixação da tónica dos acordes, devidas á presença das oitavas que as vozes dos dois sexos dêste modo estabelecem.

Êste artifício tende a fundir em toda a massa sonora, os harmónicos mais intensos de certas vozes de timbre «falso» e, não raro, predominante pela sua estridência característica, não lhes permitindo sobressair, nem viciar a geral entonação.

I V

Interferência e pulsações (Considerações gerais). — Como as pulsações resultam da imperfeição do unísono.

Como se sabe, os sons para serem considerados musicais, devem, quer simultânea quer sucessivamente produzidos, satisfazer á condição de “os números das suas vibrações estarem entre si na relação de números simples.”

Destas relações, a mais simples que se póde supôr é a razão 1 : 1, que define o *unísono*, dada por dois sons perfeitamente iguais em altura. Se são simultâneos — e tendo a mesma amplitude o que suporemos por maior clareza — darão ao ouvido a sensação dum som único de intensidade dupla; se um se sucede imediatamente ao outro, tere-mos um som mais prolongado, apenas.

Antes de continuarmos, lembremo-nos de que a vibração sonora, em propagação no ar, é constituída pelo movimento de vai-vem das partículas aéreas, sendo cada vibração completa formada por duas meias ondas, dois rápidos abalos, iguais e de senti-

dos contrários: uma *condensação* e uma *dilatação*.

Ora se dois sons da mesma altura, isto é, de igual periodicidade vibratória e, portanto, do mesmo comprimento de onda, se propagam simultaneamente, mas de forma que quando o primeiro determina o movimento do ar num sentido, o outro está em contra-tempo, na fase oposta, dando ás mesmas partículas um movimento contrário, teremos como consequência a neutralização dos dois movimentos, quer dizer, a imobilização do meio transmissor e, por isso, com a falta de vibração aérea, uma ausência de sensação sonora.

A êste fenómeno em que uma *condensação* derivada de certa origem de som, se conjuga com uma *dilatação* derivada doutra origem análoga, chama-se *interferência* acústica.

Devido á identidade entre os períodos vibratórios dos dois sons, o silêncio, uma vez manifestado, continúa em quanto fôr a mesma a velocidade de vibração das duas fontes sonoras.

Concretizando: se tivermos dois *rés*, por exemplo, da mesma altura, soando isoladamente e com a mesma fôrça, e os sobrepuzermos depois, obteremos um mesmo *ré* de

força dupla, se a *condensação* vibratória de um, se conjugar com a *condensação* do outro; e teremos *interferência*, isto é, um silêncio, se, na sobreposição das duas notas, á *condensação* duma, corresponder uma *dilatação* da outra.

Dois sons iguais e simultâneos que, no início da sua produção, diferissem exactamente do tempo de meia vibração completa, não se propagariam no meio ambiente, e, por consequência, não seriam ouvidos.

Êste é o caso, da interferência total. Vamos vêr, agora, que ha casos de interferências periódicas, originando as chamadas *pulsações* ou *batidas*, fenómeno que mais de perto nos interessa.

Podemos produzir directamente as *pulsações* servindo-nos de dois tubos de órgão iguais e destinados á execução da mesma nota.

Se nestas condições fizermos soar ambos os tubos, obteremos um *unísono* de intensidade dupla — não admitindo aqui o caso reservado á interferência; mas se, por meio do dispositivo próprio á afinação dos tubos, altearmos, um pouco, o som dum dêles — mesmo tão pouco que um ouvido fino e

educado não dê pela diferença — e os fizermos vibrar conjuntamente, ouviremos um som descontínuo em intensidade: ora enfraquecido, ora reforçando-se por intervalos de tempo regulares e sempre inferiores ao segundo. Estes reforços sucessivos de som, são as denominadas, *pulsações*.

Conforme a diferença de afinação dos tubos, assim poderemos obter uma pulsação por segundo, ou — se a diferença de tom fôr aumentando — duas, três, quatro, etc., até cêrca de vinte e cinco por unidade de tempo, pois além dêste limite o ouvido já não consegue distinguí-las. Para que o fenómeno seja bem nítido e se possam contar êstes choques sonoros, convém fazer a experiência com sons graves, por serem os de vibrações mais lentas.

As pulsações explicam-se, em toda a sua generalidade, por breves considerações acústicas. Se as duas notas fossem, exactamente, do mesmo numero de vibrações — a que corresponderia o mesmo comprimento de onda — teríamos, como já temos dito, um *uníssono* de força dupla. Mas se as durações de vibração, são apenas aproximadamente iguais, os respectivos comprimentos de onda já não serão idênticos, e, na propagação

através do ar, as *condensações* e *dilatações* de cada uma das notas, embora coincidindo na origem e reforçando aí o som, ir-se-ão desajustando pouco a pouco — avançando mais, as de maior comprimento de onda — por modo á *condensação* relativa a uma nota, em certa altura, corresponder á *dilatação* da outra, com o máximo enfraquecimento de som; depois, continuando o movimento ondulatorio, a *condensação* da que mais avança chegará a coincidir com a *condensação* da outra, e, ficando os dois sons na mesma fase vibratória, teremos então um refôrço sonoro. E, assim, sucessivamente, êstes encontros periódicos de meias ondas, de movimento contrário ou de movimento igual, se traduzirão por diminuições e aumentos de som, constituindo uma sucessão de *pulsações*.

Exemplifiquemos para firmar ideias: supunhamos que temos dois sons diferindo duma vibração, apenas.

Seja um dêles de cem, e o outro de cento e uma vibrações por segundo. No princípio, correspondendo na origem á mesma fase vibratória, os sons reforçar-se-ão.

Mas quando já o primeiro tenha realizado cinquenta vibrações, o segundo terá feito cinquenta vibrações e meia; neste momento

estarão em fases opostas : á *condensação* de um, corresponderá uma *dilatação* do outro, anulando-se ou enfraquecendo, aqui, o movimento vibratório e, por consequência, o som. A' centéssima vibração do primeiro, o segundo terá feito cento e uma vibrações *exactas*: estarão os dois na mesma fase, e haverá, portanto, uma intensificação sonora. E assim por diante.

Daqui se vê que, para o caso de duas notas diferindo duma vibração por segundo, haverá a meio deste intervalo de tempo um enfraquecimento de som ; e um refôrço no fim do mesmo intervalo, o que dará uma *pulsação* em cada unidade de tempo.

Se as notas diferissem de duas, três, quatro, cinco, etc., vibrações por segundo, obteríamos duas, três, quatro, cinco, etc., pulsações no mesmo tempo.

Em geral, se um dos sons efectua, por segundo, N vibrações mais do que o outro, serão ouvidas, quando produzidos simultaneamente, N pulsações por cada unidade de tempo. O que quer dizer que os dois sons estarão tanto mais perto do *unísono*, quanto mais lentas surgirem as *pulsações* sonoras.



O som "trinado", resultante das pulsações sonoras, revelando falta de justeza tonal nos naipes orfeónicos.

A contagem das pulsações, isto é, o conhecimento do seu número por unidade de tempo, tem servido para apreciar com precisão a diferença do número de vibrações entre os dois sons que as geram e, consequentemente, as suas respectivas alturas.

Fóra da proximidade do *uníssono*, também se podem produzir as *pulsações*.

No caso definido, por exemplo, pela relação 1: 2, quer dizer, com dois sons intervalados duma oitava, só não teremos as *batidas* se aquela relação fôr absolutamente exacta.

As *pulsações* (*) indicam-nos portanto, no

(*) Ao fenómeno das pulsações anda ligado o dos *sons resultantes* que se produzem sempre que associamos simultaneamente dois sons de diferente altura.

Dantes, dizia-se que, quando as pulsações iam além de 16 por segundo, estas geravam, como se fossem verdadeiras vibrações, um som grave chamado, por isso, *resultante*.

Como o número de pulsações, na unidade de

ponto de vista acústico, que as duas notas se produzem de modo que as respectivas vibrações não podem sêr representadas por relações simples, exactas, o que corresponde, musicalmente, a uma *desafinação* mais ou menos apreciável ao ouvido.

Emquanto as pulsações não vão além de cinco ou seis por segundo, o ouvido distingue-as perfeitamente, dando pela variação de intensidade do som. Quando são mais freqüentes, o som sai dividido por interrupções mais rápidas, tornando-se estridente, no sentido de trinado. Se as *pulsações* ainda aumentam de freqüência, o ouvido difficil-

tempo, é sempre igual ao número de vibrações em que o som mais alto excede o outro, o *resultante* formado por essas pulsações será uma nota mais grave que qualquer dos dois, e com um número de vibrações representado por esse excesso.

Realmente, o *som resultante* é um som de *diferença* com existência real e que tem grande importância na teoria da música, pelas suas relações com os dois sons geradores. Mas a sua verdadeira teoria só pôde ser dada pelo cálculo, ainda que a respectiva produção obedeça á seguinte regra: «o número de vibrações do *som resultante* é sempre igual á diferença dos números de vibrações dos componentes».

Só incidentalmente nos referimos a tal fenómeno que não nos interessa, directamente, neste estudo.

mente as regista, mas o som adquire um certo grau de rudeza.

Acelerando-se a sua rapidez, as pulsações tornam-se totalmente imperceptíveis e transformam-se, no dizer de Helmholtz — como as sensações isoladas que compõem um som — numa sensação sonora, contínua.

A rudeza a que nos vimos referindo é máxima, dando o mais desagradável efeito ao ouvido, quando as duas notas se encontram separadas proximamente de meio-tom. Se o intervalo é dum tom inteiro, o desagradado é menor; e se o intervalo é duma terça, o character de rudeza desaparece inteiramente, pelo menos, nas regiões superiores da escala musical, transformando-se o efeito numa verdadeira consonância.

E, assim, as duas notas ouvidas em conjunto, — partindo do *uníssono* — á medida que cresce a diferença entre as respectivas vibrações, vão passando das pulsações mais lentas, ás mais freqüentes, ao som «trinado» ou estridente, ao som desagradável e rude, até um efeito caracterisadamente dissonante, efeito que se vai atenuando para, quando o intervalo fôr duma terça exacta, estabelecer-se, como já dissémos, uma perfeita consonância.

Do estudo dêste fenómeno conclui-se que, emquanto a falta de justeza entre dois sons — embora inapreciável ao ouvido — derivar duma pequena diferença entre os números de vibrações que os definem, a sensação sonora é a dum som entrecortado, ou trémulo—ainda que sem o caracter de desafinação que poderá adquirir se essa diferença se tornar sensivelmente maior.

Este efeito observa-se, por exemplo, nos pianos em que as duas ou três cordas correspondentes á mesma tecla, não estejam rigorosamente afinadas, sendo as pulsações, aí, bem evidentes.

Helmholtz nota que as pulsações são, por vezes, dum excelente efeito nos cânticos religiosos: "ora se desdobram como vagas majestosas entre as altas abóbadas das vastas catedrais; ora, por um ligeiro tremor, comunicam ao som um caracter particular de fervor e de emoção".

Se isto é porventura assim pelo que respeita ao órgão e aos cânticos de igreja, já não acontece o mesmo nos córos teatrais e orfeónicos em que tais circunstâncias raro são exigidas. Nos casos correntes, êsses efeitos deverão ser evitados, como defeituosos e anti-musicais.

Se todos os tratados e melhores mestres de canto laico ou litúrgico condenam como um vício, no canto individual, essa tremura da voz, não se póde compreender que tal defeito fôsse excelente num côro, como o dos orfeões, em que se procura obter um máximo de fusão nos sons vocais; nem mesmo se compreenderia que, fóra dum caso muito particular e de excepção, se obtivesse um efeito estético, verdadeiramente musical, á custa duma nítida viciação das leis da acústica.

Assim como no piano as pulsações das cordas correspondentes á mesma nota indicam um desacôrdo que o afinador sempre insiste em corrigir, assim tambem o som "trinado" que, por vezes, se nota nos cheios de determinados corais, constitui um sinal de desafinação, ligeira embora, entre os cantores dêsse grupo, sinal que deverá sêr aproveitado com o fim de, por um apuramento de sons, estabelecer-se o *uníssono* patentemente falseado nesse naipe.

Duma maneira geral: a existência das pulsações acústicas representa, sempre, um desacôrdo de sons, sendo um precioso índice

—em certa medida, único—para se verificar, num orfeão, se os *uníssonos* de cada grupo vocal se acham ou não seguros e absolutamente perfeitos.

• CAPÍTULO QUARTO

Efeitos vocais no canto

I

Voz de cabeça e de falsete. — Sua distinção fisiológica.

Quando tratámos das qualidades do som vocal, especialmente da *altura*, referimo-nos á mudança operada no apoio da voz ao passar do registo médio para o registo agudo, —mudança que para os tenores se faz na visinhança do *fá₃*— dando a êste último registo, pelas razões expostas e segundo o uso mais corrente, o nome de registo de *cabeça*.

A generalidade dos autores, porém, chamam indiferentemente á voz, nesta região

aguda, voz de *cabeça* ou de *falsete*. Quere-nos parecer contudo, que, fisiologicamente e até pelo seu timbre, se devem distinguir uma da outra, embora no capítulo respectivo não fizéssemos, por método e afim de evitar qualquer obscuridade ou confusão, a distinção de que aqui vamos tratar.

Quanto a nós, passado o registo médio ou o da voz *mixta*, todo o apoio de som se faz nas cavidades superiores do órgão fonador, cabendo por isso, inteiramente, á voz, a designação geral que lhe é dada. O seu modo de geração é que varia.

Certos tenores, devido a uma particular constituição laríngea, podem manter toda a glote suficientemente contraída e firme durante a produção dos seus agudos, sem *cerrar* e sem constrição das paredes da faringe, dando-lhes refôrço nos espaços aéreos da máscara, únicos que pela sua forma e dimensões podem apoiar as notas altas. Outros,—e êstes constituem a maioria—não podem conservar ás cordas vocais essa tensão que exige, para a vibração de toda a sua massa muscular, um violento abalo do jacto expiratório; e, tomando a atitude vocal que permite, apenas, a vibração das "camadas superficiais" da glote, produzem uma voz de

timbre, quasi infantil, *adelgado*, que se reforça, igualmente, nas cavidades pneumáticas da máscara.

Ambas as vozes são apoiadas na *cabeça*, mas é á última apenas que deverá caber o nome especial de *falsete* (*).

Da primeira destas fórmulas de geração da voz é que adveiu certamente para alguns antigos tenores, como Gayarre, por exemplo, a fama de produzirem agudos e super-agudos classificados no seu tempo como reais *notas*

(*) Não se deve confundir o *falsete* com a chamada *voz de eunuco* que resulta, morbidamente, da contracção espasmódica dos músculos super-glóticos quando se toma a attitude vocal. As cordas ficando, por êste mecanismo, mais tensas do que devem, os sons formados resultam sempre agudos. Esta contracção do aparelho elevador da tireoide, pode sêr devida a um defeito sinérgico de natureza histérica, ou a uma afecção da faringe ou das amígdalas.

Opostamente a êste acidente vocal, temos a *rouquidão*, abaixamento da voz consequente duma invencível frouxidão superficial do músculo da glote. O catarro acumulando mucosidades sôbre as cordas vocais pode produzir um efeito análogo. A *rouquidão* tambem resulta, algumas vezes, de perturbações articulares da região aritnoideia: se os cavaletes das cordas vocais não funcionam, o abaixamento de voz pode chegar á *afonia* completa, ainda que passageira.

de peito, em consequência da «côr» das mesmas se aproximar do timbre dêste registo vocal.

O que caracteriza, pois, o *falsete* — que, devidamente cultivado presta os mais largos serviços á arte do canto e que é o mais habitual registo agudo dos tenores líricos e ligeiros — não é o seu apoio, mas o seu modo de geração na glote, assinalado por um timbre privativo, menos viril, e que precisa sêr convenientemente aparelhado com o do registo médio nas proximidades da respectiva nota de passagem.

II

Ataque do som.—Em que consiste o chamado “coup” de glote.

Não vâmos discutir—o que não pertence á acústica mas á arte do canto — qual o modo mais estético de produzir o som vocal: se por expiração normal, se por um rápido ataque da glote. Supomos que ambos tem a sua oportunidade e o seu lugar dentro da arte do cantor.

Na continuidade da frase musical, o primeiro tem a mais constante aplicação; mas

para o início da frase, onde tem de notar-se a produção instantânea do som e avaliar-se a sua imediata justeza, é pelo "coup" de glote que a nota tem de sêr produzida.

O mecanismo dêste ataque do som vocal é fácil de explicar-se, fisiologicamente.

Antes de produzir-se a nota, é inspirada uma certa quantidade de ar, ao tempo que os lábios da glote se cerram, conservando-se dêste modo o ar sob pressão.

No momento preciso, as cordas vocais separaram-se, num movimento rápido, pelo jacto expiratório, dando ao som um caracter explosivo, conhecido na música pelo nome de *som picado*. A nota surge instantaneamente como se nascesse dum cristal percutido. Para que tenha toda a beleza artística deve a explosão de ar sêr regulada por fórma que se não sinta uma brusca e forçada aspiração, sempre de péssimo efeito fóra do caso especial duma exclamação dramática.

Este modo de geração do som tem analogia com o *pizzicato* do violino. Assim como êste, no dizer de Faure, deve sêr feito não com a unha mas com a polpa do dedo, por fórma a não arranhar a corda, assim tambem o ataque vocal deve realisar-se francamente, sem ofensa dos lábios da glote e sem o

exagêro que conduz, por vezes, á secura e prisão do som. As cordas vocais teem de ficar imediatamente livres, como no gesto glótico normal, afim de que não seja impedida a sua completa vibração.

III

Os sons "filados".—Condições da sua produção artística.

O som "filado" é um efeito estético do canto que consiste em fazer-lhe variar a intensidade entre o *pianíssimo* e o *forte*, mas conservando-lhe sempre a mesma justeza e igual timbre.

Para que êste resultado se consiga, é indispensável que a energia do ar expirado, variando dum modo contínuo, se conjugue com uma constante tensão da glote e com uma tonicidade invariável das paredes das cavidades pneumáticas que servem de ressonância ao som filado.

Este efeito exige longos e adequados exercícios afim de que o cantor possa, por assim dizer, manejar ao mesmo tempo o jacto expiratório e a acomodação vocal.

O som mal filado apresenta um timbre

pobre no *pianíssimo* inicial, somente se colorindo á medida que tende para o cheio da voz; e, por vezes, o som ao chegar ao *forte* tem já perdido um pouco da sua justeza tonal.

E' necessário para que o filamento do som seja perfeito e artístico que a acomodação vocal da intensidade acompanhe paralelamente a acomodação necessária á conservação da justeza da nota e do seu timbre característico.

I V

O trilo.— Sua significação e produção fisiológica.

O trilo consiste num movimento alternado e rápido entre duas notas distanciadas dum tom ou meio tom, sendo a mais grave destas a nota basilar. E', segundo a definição de Duprez, o "som tremido com arte".

Constitui um ornamento do canto, de grande brilho como virtuosismo, e que tem ainda hoje aplicação especialmente no repertório antigo do género ligeiro.

¿ Será o trilo um genuíno exercício de agilidade vocal ?

¿ Isto é, a glote durante o trilo estará

nas condições em que se encontra quando executa o canto, ainda o mais rápido, dum intervalo de terça ou de segunda?

Não. Nenhum grau de agilidade da voz, obtido pelo trabalho, pelo mais cuidadoso e metódico estudo, pode alcançar a rapidez do trilo natural. Êste efeito peculiar á voz humana, ou, melhor, a certas vozes humanas, atinge por vezes um grau de rapidez em que é impossível distinguir-se—como se distinguem no trilo dado por um instrumento de cordas ou de vento—as duas notas que o formam.

No canto, o trilo é produzido por um abalo ritmado de certas partes musculares super-glóticas. E' uma verdadeira sucessão, rapidíssima, de saltos da laringe, constantemente á mesma altura.

Bonnier explica o trilo da maneira mais satisfatória e mais clara.

Dada uma nota, e estando as cordas em função e em tensão para êste som, elas conservam pelo esforço próprio esta atitude vocal; mas a oscilação produzida pelos músculos que suspendem a cartilagem tireoideia, e, com ela, a inserção anterior das cordas vocais ao osso hioide e aos músculos da base da língua e palatino, faz variar a atitude das cordas e a

sua tensão privativa; êstes abalos *falseiam*, alteando dum meio tom, dum tom ou mesmo mais, a nota dada, a cada fase de elevação da laringe.

O fenómeno esclarece-se ainda dêste modo: as cordas vocais conservam, *activamente*, a tensão peculiar á nota base; mas, pela agitação muscular referida acima, são obrigadas, *passivamente*, a variar rápida e sucessivamente de tensão, determinando, numa periodicidade curtíssima, esta sucessão de duas notas: a nota basilar e a accidental.

Emquanto que no mais vertiginoso exercício de agilidade, a acomodação da glote, para a produção de cada som, se faz pela contracção do próprio músculo e tonicidade das respectivas paredes ressonantes — no trilo, a variação de tensão das duas cordas vocais, inicialmente acomodadas para uma certa nota, é devida ao abalo do seu ponto de inserção anterior, abalo determinado pela agitação dos músculos subjacentes á língua.

Ha cantores — prova de que o mecanismo dêste ornamento é inteiramente diverso do que rege a agilidade vocal — de voz ligeira, triunfando facilmente das vocalisações mais escabrosas, e para os quais a execução do trilo é impossivel; enquanto que outros, de voz

pesada e dura, o batem, como diz Faure, com a maior facilidade.

Contribui para assegurar a explicação dada ao mecanismo dêste efeito vocal, o facto de se poder produzir um trilo artificial, batendo com a mão rápida e repetidamente sôbre a laringe, durante a execução dum som filado.

Todos os autores estão de acôrdo em que não ha estudo nem vocalisações especiais para a execução do trilo que é alcançado, nos indivíduos que para êle teem natural disposição, por uma espécie de mimetismo auricular.

Não se deve confundir o mecanismo do trilo, efeito puramente artístico, com a oscilação (chamada *chevrotement* pelos franceses) e com a tremura da voz, que são meros defeitos, com fisiologia diversa.

A voz *oscilante* resulta duma convulsão da musculatura glótica conferindo a cada nota uma vacilação ritmada, uma variação contínua na altura do som.

E' como um trilo contínuo e involuntário, actuando sobre toda a tessitura vocal. O ritmo é naturalmente mais rápido sobre as notas agudas do que sôbre as graves.

Apezar da semelhança com o trilo, o seu ritmo é mais lento e é diversa a sua origem: a *oscilação* da voz resulta de que as cordas vocais não mantem a tensão requerida para a nota que se pretende dar, afrouxando periodicamente e dando margem a uma constante e, geralmente, irremediável vacilação do som.

A *tremura* da voz consiste, não, como o *chevrotement*, numa variação em altura, mas numa variação de intensidade. A nota conserva-se sempre a mesma como tom, mas adquire um *trémolo* análogo ao do órgão. Resulta duma falta de coordenação respiratória e vocal, dando uma alternância de fôrça e de fraqueza sonoras, semelhante á que resulta de certos estados emotivos.

Emquanto o *chevrotement* afecta a intonação do som, a voz trémula afecta, por seu lado, a intensidade.

O mecanismo defeituoso mas simétrico, isto é, atingindo as duas cordas vocais ao mesmo tempo que constitui a "voz oscilante" ou *chevrotée*, não deve confundir-se também com o defeito dos *sons dobrados*, apontado já noutro capítulo, e que resulta dum espasmo glótico que unicamente atinge uma corda vocal de que lhe falseia o som, conservando a outra com a tensão correspondente á nota

que o cantor quiere emitir. E' um caso de bitonalidade discordante, aparecendo não em sons sucessivos mas simultâneos, e gerando uma desafinação confusa a que, noutra logar, fizemos já referência.

A bitonalidade pode também sêr devida —segundo Bonnier— á aproximação das cordas superiores (falsas cordas) produzindo um som accidental sobre-pôsto ao da glote.

Todas estas perturbações são devidas, geralmente, a esforços excessivos e, sobretudo, ao emprêgo de atitudes vocais defeituosas.

SEGUNDA PARTE



O OUVIDO MUSICAL

SEGUNDA PARTE

O OUVIDO MUSICAL

CAPÍTULO PRIMEIRO

Anatomia e fisiologia auditivas

I

A acomodação fragmentária. — As fibras de Corti e a "membrana basilaris".

O que principalmente caracteriza o ouvido musical é a capacidade que o órgão auditivo possui para apreciar a altura dos sons e, sobretudo, para distinguir os diferentes sons produzidos simultaneamente ou, ainda, para analisar numa só nota os diversos sons simples que a compõem.

Da circunstância do ouvido têr o poder, que não alcança a retina, de decompôr nos seus elementos todos os sistemas de ondas

sonoras que o atingem; e, mais, do facto de na anatomia do ouvido interno se haver notado numerosas* placas microscópicas comunicando com as fibras terminais do nervo acústico—dispostas regular e paralelamente coma as teclas dum piano, e formando abóbada sôbre a *membrana basilaris*—veiu a Helmholtz a ideia de considerar, no mecanismo da audição, a existência dum órgão especial para a percepção de cada som simples. O marquês de Corti, que descobriu estas fibras, pilares ou placas de $\frac{1}{20}$ do milímetro de extensão, computa-as em número para cima de três mil.

Pela hipótese de Helmholtz, a complexidade dos fenómenos acústicos com séde no ouvido interno explicar-se-ia bem facilmente.

Por esta disposição, admitindo que um certo número de placas se destinam á percepção dos ruídos, e as restantes aos sons puramente musicais, á organização estrutural destas fibras—cada uma *afinada* para determinado som—se deveria attribuir a delicadeza do ouvido musical: correspondendo a sua falta de justeza e até a surdez tonal, a uma atrofia, falta ou mau funcionamento dêstes órgãos.

Na 3.^a edição do seu livro — *Teoria Fisiológica da Música* — Helmholtz modificou esta hipótese, fundado em mais recentes progressos da anatomia do ouvido.

Hasse tinha demonstrado, duma parte, que os pássaros, a que se concede um ouvido fino e senso musical, assim como os reptís, que também são sensíveis á musica, não possuíam os pilares de Corti. Por outro lado, Hensen notava que uma das membranas livres do caracol, a *membrana basilaris*, era muito resistente no sentido das suas fibras, emquanto que facilmente se rasgava numa direcção perpendicular.

Helmholtz tirou daqui a conclusão de que as fibras desta membrana podiam sêr consideradas como outras tantas cordas vibrantes paralelas e fracamente ligadas entre si. E a estas ficou attribuindo a função que dantes conferira ás fibras ou pilares de Corti.

Ora detenhamos a atenção sôbre êstes factos.

A circunstância dos passáros e reptís serem sensíveis á música e não serem portadores dos pilares de Corti, nunca — salvo o devido respeito — deveria sêr motivo sério para não considerarmos o funcionamento

dêstes órgãos no nosso mecanismo auricular.

A necessidade de supôr-se um órgão especial para a percepção de cada som, deriva da faculdade que possui o ouvido de resolver as diversas ondas sonoras nos seus elementos formais, cada um correspondendo a um som simples definido.

¿Mas, acaso sabemos nós como os pássaros e reptís apreciam essas ondas? ¿Terá o seu ouvido aquêlê poder analítico, ou receberá, antes, os sons como o nosso olho aceita as ondas ópticas, isto é, numa fusão, sem as separar nos diversos tons seus componentes?

E' sabido que o canto dos pássaros, por mais agradável que seja, não chega a constituir uma melodia que possa sêr rigorosamente notada sôbre a gama. Sendo assim rudimentar, e fóra da exigência mais elementar do nosso ouvido, a expressão musical dos pássaros, ¿como poderemos supôr-lhe a existência dum poder analítico para a decomposição dos sons, quando tal poder, mesmo entre nós, só bem nitidamente se exerce quando ajudado por uma prevenida e exercitada atenção?

¿Porque não bastará aos pássaros para seu gôso estético, uma simples acomodação do ouvido, suficiente para diferenciar sons suces-

ANATOMIA E FISILOGIA AUDITIVAS 103

sivos — pois não sabemos se distinguem dois ou mais sons simultâneos — como nos basta uma méra acomodação do órgão visual para os prazeres intensos da grande arte que é a pintura? E, analogamente, para os reptís de que nenhuma manifestação musical conhecemos, a não sêr uma tal ou qual simpatia por uma ou outra sucessão de sons, que bem póde resultar apenas duma intensa, mas rudimentar fisiologia.

¿ Temos, porventura, dados para atribuir a êsses animais a posse de sensações acústicas superiores em grau e qualidade ás nossas sensações visuais, para que o ouvido dêles haja forçosamente de têr uma organização analítica mais delicada e completa do que possui o olho humano?

Nada nos obriga a admitir uma tal necessidade. Portanto, o facto das fibras de Corti não aparecerem nos pássaros e reptís, não é razão bastante para que elas não sejam, quanto a nós, os órgãos especiais para a análise e decomposição dos sons, e se torne, só por isso, necessário pôr de parte uma tal hipótese ou atribuir tais funções a outros elementos anatómicos do ouvido.

Por outro lado, se as fibras da *membrana basilaris* teem de funcionar como "cordas

vibrantes», independentes, o fenómeno não é claro á luz da acústica, uma vez que essas cordas estão, embora fragilmente, soldadas entre si: a vibração de cada uma perturbar-se-ia pela aderência e mesmo pela vibração das convisinhas.

Mas as fibras de Corti teem sofrido tambem objecções duma outra ordem.

Combarieu, ainda que ache sedutora, ao que confessa, a hipótese de Helmholtz, como anti-fisiologista formula contra ela esta pergunta: «¿ se existem 3.000 fibras de Corti, como poderá explicar-se que o número de sons perceptíveis seja tão inferior a esta cifra? Admitâmos — continúa — que sejam 200 fibras para a percepção dos ruídos; ficarão 2800 para os sons musicais; e como êstes não abrangem mais de sete oitavas, isto dará 400 fibras por oitava, ou seja um pouco mais de 33 sons num intervalo de tom inteiro. Por outros termos, entre o *dó* e o *ré* naturais, deveríamos distinguir muito facilmente (pois que temos, por hipótese, um órgão especial para cada um dêles) 33 sons diferentes!...»

Antes de tudo, não sabemos por que tenhâmos de admitir apenas 200 fibras para a percepção dos ruídos e não lhes attribuâmos

ANATOMIA E FISILOGIA AUDITIVAS 105

um número duplo, triplo ou quádruplo daquê, o que reduziria, desde logo, a quantidade de placas destinadas á análise dos sons puros. E assim desapareceria todo o valor da objecção.

De facto, ¿ não poderemos supôr que muitas dessas fibras correspondessem a uma apreciação de sons, de ligeiríssimos murmúrios, indispensável ás necessidades duma vida primitiva, ficando como atrofiados resíduos anatómicos, á semelhança doutros desnecessários órgãos cuja presença se nota, ainda, no organismo humano ?

Outras, criar-se-íam sob a influência de menos remotas circunstâncias, como a caça, a guerra e outras progressivas relações da vida social.

Vê-se que, biologicamente, se pôde explicar a existência dum grande número de placas destinadas á apreciação dos ruídos, número que ninguém poderá fixar precisamente, admitindo-se muitas delas, mesmo, como órgãos presentemente sem função. E assim se conceberiam as fibras de Corti bastante restringidas, pelo que se refere ao número destinado ao registo dos sons puros actualmente perceptíveis.

Demais, se atendermos a que êstes sons

não são apenas os chamados musicais, cujo número de vibrações varia entre 27 e 4200 por unidade de tempo (o flautim atinge 4700), mas todos os que obedecem a determinado período vibratório — veremos que o nosso órgão distingue um número muito considerável de sons, pois que as vibrações perceptíveis ao ouvido estão compreendidas entre 16 e 38.000 por segundo, o que excede de muitíssimo as 7 oitavas musicais.

A preocupação, por parte da música moderna, em servir-se dos sons extremos, particularmente dos agudos, afim de aumentar os seus efeitos, é manifesta principalmente pelo que se refere á produção instrumental. Não só os mais modernos pianos vão até o sétimo *dó*, mas é notável, no fabrico dos instrumentos metálicos, a tendência para elevar-se-lhes o diapasão afim de alcançar-se uma maior sonoridade.

Tudo isto nos indica que o número de órgãos necessários á percepção dos sons puros deverá ser bem maior do que Combarieu supõe, vendo-se ainda que a própria arte musical está aproveitando, para os seus efeitos mais brilhantes, sons considerados, de antes, como menos agradáveis ao ouvido.

A objecção, pois, que se refere ao excesso

ANATOMIA E FISIOLOGIA AUDITIVAS 107

de pilares de Corti sobre o número de sons audíveis, não assenta sobre argumentos definidos, mas apenas sobre uma presunção gratuita — a quantidade de pilares fixada para os ruídos — e sobre um limite de sons que a acústica nos diz ser muito mais lato que o suposto. Além disso, essa objecção não considera a presença de fibras fisiologicamente atrofiadas, correspondendo a necessidades findas, duma vida primitiva, hipótese que a biologia, repetimos, clara e logicamente autorisa.

Mas ha quem objecte ainda: “¿como admitir-se que fibras de $\frac{1}{20}$ do milímetro possam simpatizar com sons dum considerável comprimento de onda?”

¿Pois não será este fenómeno—perguntamos—mais fácil de admitir-se que o caso (hipótese da *membrana basilaris*) de cordas soldadas entre si, vibrando independentemente umas das outras?

¿Não podem, elementos de dimensões tão diversas, como um diapasão e uma corda de piano, produzir exactamente a mesma nota fundamental? Demais, temos de atender á diferente natureza das substâncias vibrantes, sendo certo que ninguém atribuirá á fibra ou

placa nervosa uma real vibração sonora, mas sim um símile átono, porventura, da correspondente vibração acústica.

E' impossível a visão dum objecto sem a produção da sua imagem sôbre a retina. Mas esta *imagem* é, como se sabe, reduzidíssima e até invertida relativamente ao objecto; no entanto, êste é visto sempre direito e com as dimensões reais.

Nada sabemos sôbre o mecanismo da vibração nervosa, seja ela óptica ou acústica, nem como o cérebro relaciona, intimamente, a impressão de registo com o fenómeno objectivamente produzido.

E' um facto, porém, pelo menos para a vista, que, para obter-se a respectiva sensação, se torna necessário que o órgão registador — a retina — seja alcançado por uma *repetição óptica* do objecto, embora, apenas, em condições físicas de *semelhança* com o fenómeno real.

¿ Porque não consideraremos caso análogo para o ouvido: uma repetição, em esbôço, do som objectivo, atingindo certos órgãos de registo (os pilares de Corti), ainda que em condições diversas, mas sempre intrinsicamente relacionadas com o fenómeno exterior que lhe respeita ?

II

A hipótese da acomodação total. — Diferenças entre o funcionamento do órgão visual e do ouvido. — Deficiência analítica da retina. — Razões que militam em favor da hipótese de Helmholtz.

Opõe-se á hipótese de Helmholtz em qualquer das suas duas modalidades (pilares de Corti ou fibras de Hensen) uma outra que se funda sôbre a acomodação geral do ouvido: nêste não haveria elementos de função especializada, mas, antes, todo o órgão se adaptaria ás solicitações exteriores para o registo e análise dos vários sons a perceber.

Mas como funcionaria o ouvido sob êste vago e misterioso mecanismo? Como capacidade aérea, como placa ou como corda vibrante?

Do órgão da vista, apesar da sua imperfeição relativamente ao ouvido, sabemos que se comporta como uma câmara óptica em que a focagem se opera por uma variação automática e contínua da curvatura da lente; e a cada sensação visual corresponde, como

já dissemos, uma imagem luminosa semelhante ao objecto e directamente produzida sôbre um determinado órgão registador.

A decomposição duma onda sonora nos seus diferentes elementos e a análise de vários sons simultâneos, de modo algum poderá explicar-se por uma acomodação geral que corresponderia a uma recepção conjunta de impressões, quando, de facto, essas impressões são avaliadas pelo ouvido como absolutamente distintas entre si.

A imagem visual é relativa a espaço, e acha-se distribuída em *extensão* sôbre a retina onde, em cada momento, está uma região reservada a cada tom. Somos levados a admitir que a retina é um órgão de constituição idêntica em todos os seus pontos, os quais reagem, diversamente, para a sensação da côr, sensibilizando-se, ora dum modo, ora doutro, conforme o comprimento da onda luminosa que os atinge. E, assim, uma *mesma parte* dêsse órgão, para imagens diferentes, determina, agora, por exemplo, o registo da côr verde e, logo, o da côr rôxa; podendo também *partes diversas* registarem, simultaneamente, a côr rôxa e a côr verde, quando ambas entrem numa mesma imagem.

Mas a imagem sonora—que não resulta

ANATOMIA E FISIOLOGIA AUDITIVAS 111

duma formação distribuída no espaço,—penetra em conjunto no órgão auditivo. Se todos os pontos da região de registo dêste órgão fossem, como para a retina, de constituição idêntica, reagindo apenas diferentemente para cada nota, como essa região é invadida a um tempo por todo o complexo sonoro, teríamos necessariamente um efeito sensorial *resultante* e nunca uma nítida decomposição de sons, como realmente acontece.

Quando um grupo de duas ondas luminosas, uma, por exemplo, característica do *vermelho*, e, outra, do *amarelo*, nos chocam simultaneamente toda a retina, temos uma sensação única, resultante, que é a do tom *alaranjado*. Quando, porém, duas ou mais ondas sonoras nos chegam simultaneamente ao ouvido, a respectiva separação e análise faz-se automática e imediatamente; e como cada onda se não dirige—como no caso radial da luz—para uma determinada região do ouvido, não poderá admitir-se, repetimos, que tenhamos aí uma idêntica constituição nervosa reagindo diversamente, apenas, conforme o comprimento da onda que a alcançou: o que havemos necessariamente de supôr é que o ouvido possui *órgãos específicos* que se afectam, nessa mistura de sons que o invadem,

por aquêles que lhes são *simpáticos*, registando-os, e resolvendo assim, nos seus elementos isolados, os movimentos acústicos compostos.

Ainda que a anatomia do ouvido interno nos não revelasse elementos que, possivelmente, desempenhassem a função analítica das cordas do piano ou da série dos ressoadores de Helmholtz na resolução dos sons, toda a lógica da fisiologia e da acústica nos levaria a acreditar na existência, embora profunda e velada, de tais órgãos, devendo admitir-se que os fenómenos se haviam de passar como se êles realmente existissem.

E por toda esta ordem de raciocínios se chega a concluir que a hipótese de Helmholtz, e de preferência a primeira, é a que mais claramente explica o mecanismo da audição, pelo que se refere á harmonia musical.

Temos presente a doutrina da conferência de Bonn onde o célebre acústico estabelece a sua hipótese sem recorrer a qualquer argumentação para a defender. Mas o facto é que tais princípios teem sido combatidos eom as objecções que atraz vão indicadas, e que se nos afiguram de todo o ponto inconsistentes, opondo-se-lhes a hipótese da aco-

modação total que acabâmos aqui de discutir.

As considerações que directamente lhe oferecemos, e que nos levam á preferênciã da hipótese da acomodação fragmentária, não teem a pretensão de indiscutíveis; mas constituirão, porventura, sob um aspecto novo, uma contribuição para a defeza e consolidação desta hipótese que é, na sua essência, a que inteiramente se harmonisa com os fenómenos acústicos objectiva e subjectivamente observados.

III

O "ressoador universal" confirmando a hipótese da acomodação fragmentária. — Interpretação fisiológica de alguns casos duvidosos.

O *ressoador universal*, construído pelo abade Rousselot, director do laboratório experimental do Colégio de França, é um instrumento tão simples quanto engenhoso e decisivo nas suas conclusões em favor da hipótese da acomodação fragmentária do ouvido.

O ressoador é constituído por um cilindro ôco, aberto numa das bases e tendo na outra um fundo móvel. Produzindo-se junto á

bôca dêste tubo um som composto, e aproximando o fundo, duma maneira contínua, da origem sonora, um ouvido normal aprecia, sucessivamente, a série acústica que constitui êsse mesmo som.

Suponhamos que diante do ressoador se emite uma vogal: modificando-se, pela fórmula indicada, o comprimento da sua coluna de ar, esta vai ficando em condições de vibrar em unísono com os diversos sons da série harmónica que constitui a vogal emitida, denunciando-os com toda a nitidez. Cada um dêstes sons se identifica facilmente, medindo-se, para cada um dêles, a distância entre a bôca e o fundo móvel do cilindro, o que nos dará o comprimento de onda respectivo, e com o qual deduziremos o número de vibrações que definem o som simples produzido. Este número poderá ser dado imediatamente pela fórmula $N = \frac{340}{4l}$, sendo l , em cada momento, o comprimento do tubo, medido directamente pelo modo indicado.

Quanto a nós, esta experiência basilar, conjugada com as observações que já indicaremos, constitui um decisivo argumento em favor da hipótese de Helmholtz.

E' sabido que certos indivíduos, porta-

ANATOMIA E FISILOGIA AUDITIVAS 115

dores dum ouvido anormal, entendem uma determinada vogal com um som bastante diferente do que foi emitido. Proferimos *a*, por exemplo, e êles percebem *o*; proferimos *é*, e êles percebem *i*.

O facto só póde explicar-se admitindo que a êstes ouvidos faltam certos elementos registadores do harmónico ou harmónicos característicos da vogal proferida, restando outros elementos que, actuando isoladamente, vão sêr fortemente feridos por um harmónico fundido normalmente com os outros e, agora, tornado predominante. «E — diz Combarieu, apesar de adversário da hipótese fragmentária — conforme êste harmónico se acha mais ou menos afastado do som característico normal, assim o timbre da vogal ouvida se acha mais ou menos modificado».

Conhecida pelo ressoador a composição de todas as vogais, e sabendo-se como um ouvido anormal percebe qualquer delas, concluiremos como êsse órgão ouvirá todas as outras. E, de ouvido para ouvido doente, o comportamento difere, mantendo-se porém, em cada um dêles sempre o mesmo. O que quer dizer que, sendo algumas pessoas portadoras de surdez para determinado harmónico, e outras analogamente surdas para outros sons

simples, não poderemos admitir no ouvido uma operação de conjunto, mas uma acomodação parcial e específica com órgãos de registo para cada som, dando normalmente uma síntese e, anormalmente, uma análise que claramente confirma o mecanismo auditivo suposto por Helmholtz.

Estes factos duma realidade indiscutível, quer consideremos dois ou mais sons simultâneos provenientes de instrumentos diferentes, quer suponhamos um único som musical, pois em todos os casos o ouvido opéra a decomposição das respectivas ondas segundo a lei de Fourier, tomam dois aspectos diferentes segundo atendermos á *sensação* material no nervo acústico, ou á *representação* que a nossa inteligência dá a êstes mesmos fenómenos.

Sendo a análise auditiva um facto, e, indispensável, os vários componentes sonoros para o *timbre* da nota e para a *harmonia musical*, o certo é que o espírito toma de cada um dêstes factores a sua expressão sintética afrouxando a atenção necessária á análise acústica, afim de pôr em potência, antes de tudo, a capacidade das funções emotivas.

Este fenómeno mental é tão necessário á

ANATOMIA E FISILOGIA AUDITIVAS 117

apreciação da música, como vantajoso para o observador dum quadro é o seu alheamento de todas as particularidades materiais da respectiva factura, e como para o espectador de teatro o encobrir-se-lhe todo o jôgo de alçapões e maquinismos que geram as magnificências duma rica e perfeita encenação.

Mas não se conclua daqui, por esta função do entendimento, por êste poder de abstracção tão necessário á convergência emotiva de toda a obra de arte, que os efeitos musicais nitidamente sensitivos tenham causa forçada num acto genuinamente intelectual.

Observa-se, por exemplo — o que vimos já citado — que, sôbre um piano, certo conjunto de notas, como o grupo *sol-mi natural*, supunhamos, se ouve como uma consonância, emquanto que, noutra altura ou noutro trecho, o grupo *sol-fá bemól* é recebido como uma dissonância, apesar dos dois grupos serem representados, sôbre o mesmo piano, por períodos de vibrações absolutamente iguais — visto a afinação temperada do instrumento não permitir que nêle se distinga o *mi natural* do *fá bemól*.

Estas impressões, tão diferentes conforme a situação do mesmo grupo dentro de cada trecho, constituem, para alguns autores que

teem horror á explicação fisiológica — mesmo que se trate de meras sensações — um fenómeno puramente intelectual visto, em seu dizer, tratar-se duma relação e nenhuma fibra, por mais delicadamente organizada, sêr capaz de nos dar a conhecer uma relação. E interrogam: «¿não resultará essa diferença do facto de os antecedentes e consequentes do referido grupo não serem os mesmos numa e noutra fórmula?» Quanto á pergunta parece-nos lógicamente formulada; apenas não concordâmos com a interpretação do fenómeno, obrigando á intervenção da inteligência no registo duma pura sensação.

Realmente, o facto não pôde derivar senão de serem diversos os antecedentes e consequentes do mesmo grupo, em cada um dos casos; mas é preciso notar-se que num instrumento de percussão, como o piano, quando um grupo de notas ressoa, as anteriores ainda estão em vibração, conjugando-se com êstes os novos sons feridos; e que os imediatos consequentes dêstes pôdem alcançar ainda em vibração os dois grupos anteriores.

Ora se considerarmos que o mesmo grupo de notas tem nas duas fórmulas, respectivamente, antecedentes e consequentes diversos, temos de admitir que num e noutro

ANATOMIA E FISIOLOGIA AUDITIVAS 119

caso nos chegam ao ouvido conjuntos sonoros realmente diferentes; e não admira, pois, que se produzam sensações acústicas diversas, podendo por isso perceber-se, uma, como consonância e, outra, como dissonância.

Emquanto que nos instrumentos de vento e de arco, a rápida variação do comprimento do tubo ou do comprimento da corda, dando lugar a uma nova nota, extingue imediatamente a vibração anterior, — no piano, pela completa independência das cordas, ainda as duma nota se encontram em vibração quando novos sons são produzidos, concatenando-se, simultaneamente, alguns grupos de sons.

E é desses grupos de notas *simultâneas* — embora o central se conserve o mesmo em cada caso — que podem resultar *para o ouvido*, duas impressões harmónicas diferentes. O argumento apontado pelos antifisiologistas de que «todo o auditor regista esta mudança de impressões, não sendo ela, por isso, uma sutileza de análise», prova que o fenómeno é de natureza fisiológica (idêntico, portanto, para os ouvidos normais) e não de caracter psíquico, pois que, se assim fôsse, seria êle bem diverso de auditor para auditor, visto como diferem dum para outro indivíduo as impressões *psicológicas* da música.

CAPÍTULO SEGUNDO

A capacidade tonal do ouvido

I

A educação do ouvido musical. — Influência da vontade, do hábito e da atenção, na correcção auditiva.

A educação do ouvido humano, através dos tempos, conclui-se imediatamente da história e desenvolvimento das gamas musicais.

Pelas descrições que chegaram até nós das líras primitivas e, ainda, pelo conhecimento da mais recuada gama, limitada a quatro notas *dó, fá, sol, dó*, temos de concluir que o ouvido, ligando a sua atenção a tão pequeno número de sons, não seria, por certo, ferido de princípio por sons colocados fóra dos inter-

valos fundamentais. Terpandro introduziu na escala o *lá* e o *mi*, ao que se afirma, devendo-se a Pitágoras a criação do *si* e do *ré*. A composição no género cromático data apenas de meados do século XVI.

Mas restringindo essa educação ao indivíduo, — o que mais particularmente nos interessa — verifica-se que o ouvido se torna, pelo esforço da atenção e pela prática, capaz duma avaliação tonal e dum poder de análise bastante superiores aos que a natureza lhe havia directamente concedido.

Se ha indivíduos que conservam durante a vida inteira um ouvido falso, e que outros demonstram desde a mais tenra idade um órgão auditivo constantemente delicado e justo, é certo que o maior número, talvez, aperfeiçôa, com o estudo da música, exercícios de canto coral, ou simplesmente pela atenção prestada ás audições musicais, a faculdade de avaliar com exactidão os sons da gama.

Este facto, que se não averigua relativamente aos defeitos cromáticos da visão, mantidos irremediáveis, pela vida fóra, vem em auxílio da hipótese que confere ao ouvido órgãos especiais para cada som, os quais pelo exercício se podem desenvolver e disciplinar, o que seria impossível, como o é para a vista,

repetimos, se o funcionamento auditivo se exercesse pela acomodação geral a um conjunto de ondas de comprimentos diferentes, formando no interior do ouvido um composto sem localização determinada.

Ha indivíduos, fóra mesmo dos casos dum bem definido daltonismo, que confundem, por exemplo, o violeta com o azul. Ora, não havendo em nós um órgão especial para o registo de cada uma destas côres, torna-se improfícuo qualquer esforço tendente á correcção dêste defeito que não tem uma séde fixa e que está, por assim dizer, difundido por toda a retina. E é o que, como se sabe e já dissemos, se verifica realmente.

No órgão auditivo, a educação tonal, que é um caso corrente, só póde bem explicar-se admitindo a existência de órgãos correspondentes aos vários sons, os quais se desenvolvem e aperfeiçoam pela função a que sejam obrigados em freqüentes audições e, ainda melhor, pelo estudo metódico, sob o império da vontade e duma tensa e muito cuidadosa atenção.

II

A surdez tonal e ainda a hipótese de Helmholtz.—A “imbecilidade musical”, em indivíduos normais e nalguns homens superiores.

Um argumento indirecto, mas concludente, em favor da hipótese de Helmholtz é a existência da surdez tonal em indivíduos que possuem um excelente ouvido fisiológico.

Temos conhecido pessoas de delicadíssimo ouvido para os efeitos de intensidade e de ritmo; que possuem um órgão privilegiado para a assimilação da pronúncia e acento de vários idiomas estrangeiros; poetas correctísimos; gente de sociedade, dansando admiravelmente ao som da música, e que são, segundo a classificação de Ingegneros, perfeitos “idiotas musicais”; isto é, totalmente incapazes de fazer a distinção entre duas notas, sobretudo se fôrem consecutivas e acima do registo médio da escala.

Sabemos de dois membros duma mesma família exactamente nestas condições. A despeito da sua intelligência e da sua vontade,

além das qualidades que já assinalámos acima, não conseguiram nunca trautear, que se entendessem, dois simples compassos musicais, nem identificá-los, ouvindo-os... Dada a mesma nota, por exemplo, num violino e num piano, julgavam-nas quasi sempre com alturas diferentes; doutras vezes, notas diversas feridas sucessivamente nêstes dois instrumentos, percebiam-nas como se tivessem justamente a mesma altura.

Estes factos conjugados com a perfeição, já indicada, do respectivo ouvido fisiológico, mostram-nos claramente que aos portadores de tais órgãos falta a condição mais específica da música: a capacidade tonal; e que esta é absolutamente distinta da restante capacidade auditiva, como que independente do mecanismo geral da audição.

E' claro que a idiotia musical pôde não sêr absoluta, indo da abolição total, funcional ou anatómica, dos elementos de registo dos sons simples, até á falta de funcionamento dalguns, ou, apenas, a uma grave deficiência, incorrigível, espalhada por todo o aparelho tonal.

Muitos homens célebres sofreram, com diferença de que não podemos dar informação exacta, da chamada idiotia musical. Afir-

A CAPACIDADE TONAL DO OUVIDO 125

ma-se que Victor Hugo definia a música como "o menos desagradável dos ruídos"; que Mackaulay só uma vez na sua vida alcançou diferenciar dois trechos musicais; e que André Lang confessava aproveitar, duma melodia, apenas as palavras...

Ainda quem não concordemos com M. Combarieu quando diz que "a surdez tonal é um caso patológico não coexistente com o estado normal do organismo", pois, como já dissemos, conhecemos mais dum caso que está em oposição a tal conceito, a verdade é que muitos casos classificados de "idiotia musical" se podem confundir com os contidos numa outra classe, a "imbecilidade musical", classe constituída pelos que, diferenciando os sons segundo a gama, não *compreendem*, ou melhor, *não sentem* as emoções da música.

Claro, que o portador da surdez para os tons é sempre, segundo a classificação em voga, um imbecil musical. A inversa, porém, é que nem sempre é verdadeira. Ha indivíduos que teem antipatia pela música, e outros que gostam dela apenas por um prazer sensitivo, distinguindo nitidamente os sons da escala.

Ha pessoas com um órgão visual perfeito e que não sentem nem admiram a pintura,

mas será impossível admitir-se que um cego possa compreender ou admirar um quadro.

Ácêrca de André Lang atrás citado, ha motivos para supôr-se, até pela própria confissão já registada, que soffresse de surdez tonal, não nos surpreendendo por isso estas suas palavras que bem mostram quanto o notável escritor inglês detestava a música: «E' a única arte que se nos impõe á força, pois não podemos fugir dos sons, infelizmente, como nos livramos duma pintura...»

Mas, àcêrca de outros, o diagnóstico é por vezes mais difficil. ¿Tratar-se-á nêles de «idiotia» ou, antes, de mera «imbecilidade musical»?

Goethe lamentava-se da sua insensibilidade ante a música de Mozart. Este facto, porém, não prova, no autor do Fausto, uma insensibilidade para a música, em geral; a antipatia por um certo autor ou determinada escola, está longe de bastar como base duma classificação desta ordem.

Grant odiava a música, e considerava como os mais aborrecidos momentos de toda a sua vida os que passou num concêrto a que por obrigação teve de assistir, em Paris. Napoleão preferia a música banal a qualquer trecho mais culto. Esta preferênciã que, para

A CAPACIDADE TONAL DO OUVIDO 127

alguns autores, o coloca a dentro da «imbecilidade musical», é explicada, por outros, como uma hipersensibilidade para a arte dos sons, visto o Imperador queixar-se de que a verdadeira música o perturbava, atacando-lhe profundamente o sistema nervoso.

Em piór caso estava Napoleão III que se irritava só de vêr alguém abrir um piano. Mas não se trataria apenas duma aversão por êste instrumento que não é dos que conta, na verdade, maior número de adeptos?!

Gambeta, a sêr certo o que dêle se conta, estava bem próximo da «idiotia musical»: lamentava o tempo perdido a ouvir música, arte que lhe não produzia a mais ligeira impressão. Zola nunca pode saber em que consistia o grande prazer dos amadores de música.

Max Muller considerava-se tão refractário aos sons, como certos indivíduos ao conhecimento das côres: sofria de surdez tonal.

Fontenelle afirmava que havia para êle quatro cousas incompreensíveis: o mundo, as mulheres, a música e os acrobatas. Stook nunca reconheceu outro trecho musical, em toda a sua vida, se não o «God save the Queen»... e, ainda assim, nesta identificação parece que apenas se guiava pelo ritmo.

Ha e sempre tem havido, realmente, indivíduos normais, e até homens superiores, insensíveis á música e, muitos, dentre êles, incapazes de bem distinguir os sons da gama. Os que se encontram nêste último caso são portadores de surdez tonal e entram, segundo a classificação de Ferrand e de Ingegnieros, na classe dos "idiotas musicais".

Esta ausência de capacidade tonal marca o zero da graduação harmónica a dentro do domínio da acústica fisiológica.

Quanto á chamada "imbecilidade musical", essa cái fóra dêste estudo, visto consistir na privação das emoções da música, classe de fenómenos que pertencem propriamente á fisiologia cerebral, embora numa estreita relação com a fisiologia tonal do ouvido.

ÍNDICE

PRIMEIRA PARTE

A VOZ HUMANA

CAPÍTULO PRIMEIRO

O aparelho fonador

I

	PAG.
O órgão vocal e a sua caixa de harmonia.— Esquema da anatomia da laringe	3

II

Comparação da laringe com os instrumentos de bocal e de palheta.—Funcionamento da glote para a produção da voz	12
--	----

III

Onde e como se reforça o som vocal.—Gene- ralidades sobre as condições artísticas do canto.	16
--	----

CAPÍTULO SEGUNDO

Qualidades do som vocal

I

Mecanismo da «intensidade».—O refôrço dos sons nas diferentes cavidades pneumáticas do aparelho fonador.	PAG. 20
--	------------

II

Mecanismo da «altura».—Os três registos da voz	24
--	----

III

De que depende o «timbre». — Como êste se caracteriza nas caixas de ressonância do nosso aparelho vocal.	30
--	----

IV

O timbre da voz humana é uma característica pessoal.—Demonstração teórica e a sua verificação na prática	34
--	----

CAPÍTULO TERCEIRO

A afinação vocal

I

Considerações gerais sôbre a afinação musical.—A gama dos fisicos e a gama temperada.	41
---	----

ÍNDICE

131

II

PAG.

Circunstâncias que, afóra a surdez tonal, influem na desafinação duma voz 50

a) Falta de justeza duma voz por defeito do centro coordenador ou por resistência dos músculos da laringe 50

b) Afinação confusa devida á bi-tonalidade da voz 55

c) Influência do mêdo na desintonação da voz 56

d) Desafinação por perturbação auditiva durante o canto 59

e) Falta de nitidez na justeza vocal, devida a particularidade de timbre. 61

III

¿ Poderá corrigir-se, numa audição de conjunto, com adequados acordes, o efeito duma voz de menos nítida justeza por deficiências de timbre? — O que nos mostram os grupos orfeónicos 67

IV

Interferência e pulsações (Considerações gerais).—Como as pulsações resultam da imperfeição do uníssono 73

V

O som «trinado», resultante das pulsações sonoras, revelando falta de justeza tonal nos naipes orfeónicos. 79

CAPÍTULO QUARTO

Efeitos vocais no canto

I

Voz de cabeça e de falsete. — Sua distinção fisiológica	PAG. 85
---	------------

II

Ataque do som.—Em que consiste o chamado «coup» de glote	88
--	----

III

Os sons «filados». — Condições da sua produção artística.	90
---	----

IV

O trilo.—Sua significação e produção fisiológica.	91
---	----



SEGUNDA PARTE

O OUVIDO MUSICAL



CAPÍTULO PRIMEIRO

Anatomia e fisiologia auditivas

I

A acomodação fragmentária. — As fibras de Corti e a «membrana basilaris»	99
--	----

ÍNDICE 133

II

A hipótese da acomodação total. — Diferenças entre o funcionamento do órgão visual e o do ouvido.—Razões que militam em favor da hipótese de Helmholtz	109
--	-----

PÁG.

III

O «ressoador universal» confirmando a hipótese da acomodação fragmentária.—Interpretação fisiológica dalguns casos duvidosos	113
--	-----

CAPÍTULO SEGUNDO

A capacidade tonal do ouvido

I

A educação do ouvido musical.— Influência da vontade, do hábito e da atenção na correção auditiva	120
---	-----

II

A surdez tonal e ainda a hipótese de Helmholtz.—A «imbecilidade musical» em indivíduos normais e nalguns homens superiores.	123
---	-----



LIVRARIA CLÁSSICA EDITORA

João Lúcio de Azevedo

- História de Antonio Vieira. Com factos e documentos
novos, 2 vol. 10\$000
- Evolução do Sebastianismo. 1 vol. 1\$500
-

D. Carolina Michaëlis de Vasconcelos

Glossario do Cancioneiro da Ajuda.

Separata da REVISTA LUSITANA, vol. 23

Dr. Leite de Vasconcelos

SIGNUM SALOMONIS

(Estudo de Etnografia comparada)

- 1 vol. com 22 estampas 5\$000
-

Luiz Chaves

O AMOR PORTUGUEZ

O Namoro — O Casamento — A Familia

(Estudo etnográfico) 2\$000

Dr. Fidelino de Figueiredo

História da Literatura Clássica

- 2.ª época: 1580 - 1756. 5\$000
-

REVISTA LUSITANA

Arquivo de estudos fisiológicos e etnológicos
relativos a Portugal

Acha-se publicado o vol. 22.º (1919) e em via de conclusão o 23.º

- Preço de cada volume, 14 a 22 5\$000
-

REVISTA DE HISTÓRIA

Louvada pelo Ministério da Instrução Publica, de 9-12-1914

- Volumes 1 a 9 6\$000

O 10.º vol. custa excepcionalmente 7\$000.

