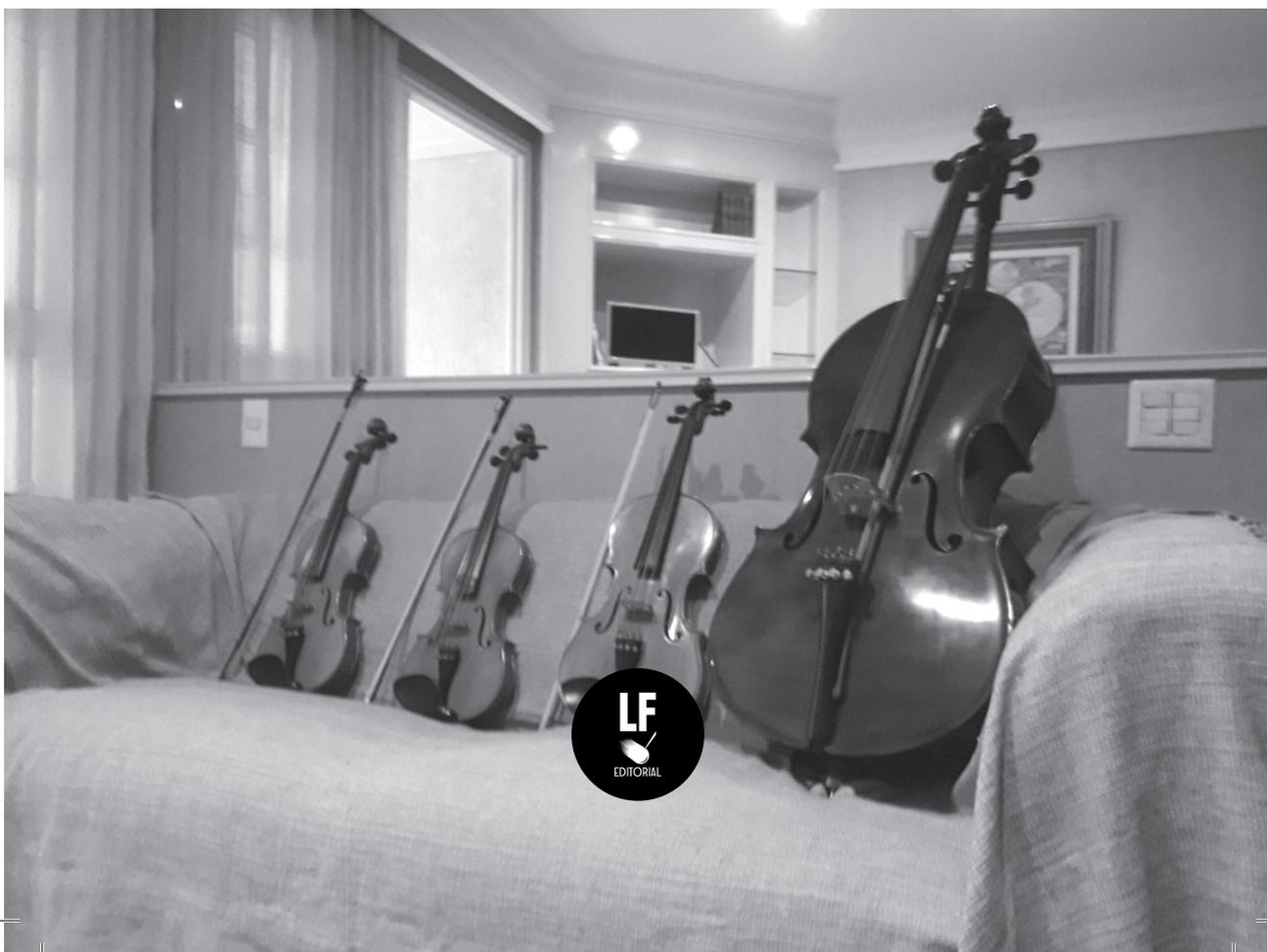




A FÍSICA E A MÚSICA DO QUARTETO DE CORDAS: 2 VIOLINOS, 1 VIOLA E 1 VIOLONCELO

Incluindo sugestões de experimentos com smartphones



Luiz Roberto Perez
Maria Lúcia Grillo



**A FÍSICA E A MÚSICA DO QUARTETO DE CORDAS:
2 VIOLINOS, 1 VIOLA E 1 VIOLONCELO**

Incluindo sugestões de experimentos com smartphones



2019

Copyright © 2019 Editora Livraria da Física
1ª Edição

Direção editorial: José Roberto Marinho

Capa: Fabrício Ribeiro

Projeto gráfico e diagramação: Fabrício Ribeiro

Edição revisada segundo o Novo Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa

Dados Internacionais de Catalogação na publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Perez, Luiz Roberto

A física e a música do quarteto de cordas: 2 violinos, 1 viola e 1 violoncelo: incluindo sugestões de experimentos com smartphones / Luiz Roberto Perez, Maria Lúcia Grillo. – São Paulo: Editora Livraria da Física, 2019.

Bibliografia.

ISBN 978-85-7861-618-2

1. Física - Estudo e ensino
2. Música - Acústica e física
3. Música - Ciência e tecnologia
4. Quartetos (Violino, viola e violoncelo) I. Grillo, Maria Lúcia. II. Título.

19-27411

CDD-781.1

Índices para catálogo sistemático:

1. Música: Acústica e física 781.1

Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta obra poderá ser reproduzida sejam quais forem os meios empregados sem a permissão da Editora.

Aos infratores aplicam-se as sanções previstas nos artigos 102, 104, 106 e 107 da Lei N° 9.610, de 19 de fevereiro de 1998



Editora Livraria da Física
www.livrariadafisica.com.br



APRESENTAÇÃO

Um livro curioso, útil e necessário. Foi para mim uma surpresa e uma honra escrever uma apresentação do livro “A física e a música do quarteto de cordas: 2 violinos, 1 viola e 1 violoncelo” de Maria Lucia Grillo minha colega de Universidade e o Maestro Luiz Roberto. De música pouco entendo, além de gostar de ouvir todo tipo de música, popular, erudita não tenho nenhuma aptidão para tocar um instrumento. Contrariamente a meu irmão Claudio, um dos músicos eruditos brasileiros bem conhecido. Escrever uma apresentação do livro é portanto um senhor desafio. Isto me fez lembrar quando estava fazendo meu Doutorado no Departamento de Física Teórica de Saclay, França, quando alguns Físicos do Departamento me pediram para convidar Claudio Santoro, meu irmão (este ano de 2019 ele faria 100 anos) para fazer um colóquio em Saclay, para cientistas. Claudio falou algumas horas e o público pediu para continuar na tarde do mesmo dia. Aprendi muita coisa naquele dia, principalmente, como o avanço da ciência e tecnologia influencia na música do nosso tempo. O livro de Maria Lucia Grillo e Luiz Roberto é extremamente interessante por abranger aspectos não muito conhecidos pelo grande público. Primeiro revela mais uma vez o namoro de Arte e Ciência. Segundo coloca a nossa disposição um texto de conexões de Música e Física.

Cientistas e Artistas têm se dedicado a fazer esta relação cultural da Música com a Ciência. Para quem gosta de música, e quer compreender um pouco mais sobre diferentes aspectos da produção do som via linguagem musical, no quadro do Quarteto de Cordas, é sem dúvida alguma um livro para ler mais de uma vez, antes e depois de ir a um concerto por exemplo na sala Cecília Meirelles. Assim o prazer de ouvir o concerto e compreender detalhes sobre todos os aspectos como descrevem os autores, é muito maior. É ter o prazer de ouvir e entender o que está ouvindo. Eu fui a muitos concertos com Claudio e também Óperas. Ele me explicava muitas vezes detalhes que não percebia se lá estivesse só. Em meu curso de Física quando ainda estava na Universidade de Brasília, fiz vários cursos interessantes fora da Física, por exemplo, de Música de Câmera, sinfonia, etc. O livro presente nos parece uma

feliz iniciativa de levar para estudantes de música e de ciências essa relação cultural tão importante para a formação do homem do século XXI. Talvez ele nos leve mais frequentemente às salas de concerto para apreciar diferentes aspectos pouco conhecidos de músicos e cientistas. Na Universidade de Brasília de antes de 1964, Claudio fazia concertos aos sábados às 11 horas da manhã. O gramado em torno do pequeno auditório do Departamento de Música ficava repleto de estudantes e professores. A Universidade parava todas as atividades para ir ao concerto. É uma pena que não vemos algo parecido em nossa Universidade que tem uma concha acústica quase sem uso. Mas quem sabe Maria Lúcia Grillo conseguirá, um dia, convencer nossa Universidade a paralisar uma hora por semana conveniente para todos, para ouvir música. Um alimento do amor e não do ódio.

Os autores falam sobre os diferentes efeitos que causam, na produção do som, em um concerto, a geometria da sala, e outras componentes tanto do instrumento quanto do local. A construção de uma sala de concerto é muito complicada, a engenharia de som é uma das tecnologias mais sofisticadas tecnicamente. Os parâmetros estudados pelos autores nos mostram como é necessário formar bons engenheiros, e não somente engenheiros do som. O Livro presente nos dá uma boa ideia do trabalho que dá produzir um bom som. Por esta razão uma cadeira com os tópicos aqui apresentados seria muito bem vinda na Universidade. Melhorando a formação de profissionais de todas as áreas. Eu conheci em Manaus um Engenheiro de som, alemão, que foi convidado pelo dono do Cinema Avenida para fazer o melhor som possível na sala do cinema. Infelizmente eu conheço muitos poucos lugares em nosso país que tem cursos e laboratórios de som capaz de formar técnicos e engenheiros de som para melhorar as salas existentes. Há salas muito boas e há salas por exemplo de cinema, que apelam para a eletrônica para produzir sons estridentes o que não significa que seja um som bonito e agradável. O livro de Maria Lúcia e Luiz Roberto desperta a curiosidade pela parte intrínseca do som, tanto do lado musical quanto do lado da Física. É um prazer e uma necessidade cultural ler o livro presente para exercer a curiosidade do que está por trás da música dos Quartetos.



SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	9
1) MÚSICA E ACÚSTICA MUSICAL	11
2) HISTÓRIA DOS CORDOFONES FRICCIONADOS	15
3) A ACÚSTICA E O QUARTETO DE CORDAS.....	25
4) OS EFEITOS PRÓPRIOS DOS CORDOFONES FRICCIONADOS.....	31
5) O OUVIDO HUMANO E SUAS PARTICULARIDADES	35
6) AS SALAS APROPRIADAS PARA ESCUTA MUSICAL	41
7) AS FUNÇÕES VARIADAS DOS INSTRUMENTOS NO QUARTETO DE CORDAS	49
8) MÚSICOS APROPRIADOS PARA O TRABALHO DO QUARTETO DE CORDAS	53
9) A MATEMÁTICA E A FÍSICA NA MÚSICA PARA QUARTETO	57
10) COMPOSITORES IMPORTANTES PARA QUARTETO DE CORDAS	81
11) QUALIDADE DOS INSTRUMENTOS DE ARCO	87
12) OS MELHORES QUARTETOS DE CORDAS E RECOMENDAÇÕES DE ESCUTA	95
13) SUGESTÕES PARA AULAS DE ACÚSTICA COM SMARTPHONES.....	99
13) CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	113
REFERÊNCIAS	117



INTRODUÇÃO

O quarteto de cordas pertence ao gênero música de câmara, sendo uma redução da orquestra de cordas sem o contrabaixo, toca uma música tecnicamente mais elaborada e complexa do que a orquestra de cordas. Há uma analogia imediata a ser feita com o quarteto vocal clássico: violino 1, violino 2, viola e violoncelo como soprano, contralto, tenor e baixo, respectivamente. Na forma que conhecemos hoje, normalmente a música escrita em quatro movimentos, seu mentor intelectual foi Haydn. Sua música escrita evoluiu muito desde então, passando por Debussy, Villa-Lobos e Schostakóvich. Os compositores atuais continuam compondo e surpreendendo aos ouvintes. Avaliamos acusticamente algumas das inúmeras possibilidades em altura, intensidade, timbre, duração, uso da surdina, col legno, sul tasto, sul ponticello e som flautato, por duos, trios e finalmente o próprio conjunto completo, que ao longo de 3 anos (2013-2015) foram testados em ambientes grandes e pequenos. Também avaliamos o comportamento psicológico exigido para os músicos de quarteto, nível técnico, repertório e salas apropriadas para se ouvir o quarteto de cordas. Fizemos também uma abordagem Matemática e Física dentro do que se propõe este livro. Os resultados são surpreendentes e podem ser observados neste trabalho, que tem finalidade didática para ensino médio e superior (principalmente: Engenharia, Arquitetura, Física, Matemática, Música, Medicina, Psicologia). Também é apropriado como aquisição de cultura geral para leigos e avançados em música.

As cordas friccionadas dão o “status” de orquestra Sinfônica ou Filarmônica a um grande grupo musical, que seria chamado de Banda Sinfônica se os cordofones friccionados não participassem. Violinos (2), Viola e Violoncelo compõem o quarteto de cordas, que se constitui de uma síntese da orquestra de cordas sem o contrabaixo. São instrumentos de possibilidades acústicas ilimitadas, graças ao arco que fricciona as cordas e às nuances de poder tocá-los também com os dedos da mão direita em pizzicato ou com a vara batendo nas cordas só como exemplo de versatilidade que outros instrumentos não possuem. A crina do arco geralmente é feita de fios do rabo dos cavalos brancos,

ou sintética, possivelmente nylon. Ela, a crina, recebe o breu, uma resina, que é o elemento que proporciona a fricção, criando um atrito moderado entre o arco e as cordas. Há breus diferentes para violino, viola, cello e contrabaixo.

O quarteto de cordas, como já mencionado, é uma redução da orquestra de cordas, sendo mais econômico como investimento cultural para os patrocinadores particulares e públicos, também mais tecnicamente elaborado para solistas. O gênero só se firmou na época de Haydn, apesar de ser possível localizar suas origens em várias composições do barroco tardio.

Os resultados acústicos são surpreendentes e podem ser observados aqui neste livro. A leitura desta obra destina-se a estudantes de ciências exatas, humanas e biológicas. Também serve como apoio ao ensino médio, como preparação para os cursos superiores ou técnicos de Música e para aficionados por boa música de quarteto de cordas. É uma música para gostos refinados, apreciadores de minúcias musicais sintetizadas nestes 4 instrumentos magníficos.

1



MÚSICA E ACÚSTICA MUSICAL



Música quer dizer literalmente a “Arte das Musas”, segundo os gregos antigos, para quem as Musas eram entidades sagradas. Acreditavam eles que a Música tinha poderes de cura (Musicoterapia) para as doenças. O termo Acústica vem do grego “acu” ouço, logo, é uma ciência ligada à audição e estuda o som e sua propagação.

A música só pode ser compreendida quando juntamos os seguintes fatores: entendimento da linguagem musical, percepção e aplicação (para o que serve). No tocante à linguagem musical, ela é física e matemática (ciências exatas), quando consideramos estilo ou época de composição entramos na História e quando verificamos os seus efeitos psicológicos no homem e nos animais, entramos na Psicologia e conseqüentemente na Musicoterapia, na Biologia e na Medicina. Portanto, a música é uma atividade que envolve muito conhecimento, de várias áreas da ciência. É uma forma de integrar as Ciências e equilibrá-las sem um fator maior ou menor de importância, para uma ou outra área científica. E quando consideramos a Música como forma de Arte ela é observada pela Estética, a ciência do belo, que determina quando o material musical é pertinente a determinado período ou se é de transição ou completamente inédito e principalmente, se tem qualidades estilísticas. A Arte exige a Inovação, sob pena de descrédito para o autor, tornando-o um mero repetidor de processos musicais já existentes. Parece que nos tempos atuais, se copia em 90% dos casos, sem citar a verdadeira autoria do processo artístico. E isso se dá em todas as Artes e não só na Música.

A acústica musical é um ramo da Acústica, que se dedica ao estudo pormenorizado de todo som musical e suas particularidades em ambientes diversos.

Analisando segundo as características do Som temos:

- a) Altura - a região de atuação dos instrumentos no quarteto de cordas friccionadas pode variar de $D\acute{o}_1$ a $D\acute{o}_7$, criando uma grande extensão sonora no quarteto de cordas, isso sem levar em consideração os harmônicos artificiais.
- b) Intensidade - a dinâmica pode variar de um “fff” (fortissíssimo) a um “ppp” (pianissíssimo), que podem ser medidos pela quantidade de decibels, por um sonômetro (ver tabela 4.1).

- c) Timbre - os timbres do violino, da viola e do violoncelo, apesar de obedecerem a um mesmo mecanismo de excitação, diferem pelo tamanho e proporção de suas caixas acústicas, bem como pela espessura das cordas, que proporcionam diferenças significativas no som produzido. Às vezes, os compositores colocam, por exemplo, o violoncelo mais agudo que o primeiro violino, essa inversão de papéis traz uma nova dimensão aos instrumentos e demonstra a versatilidade dos cordofones friccionados no quarteto. Para os ouvidos atentos, a percepção de quem está fazendo determinada função musical é fácil e o instrumento é reconhecido pelas particularidades sonoras que envolvem o timbre.
- d) Duração - esses instrumentos levam uma grande vantagem sobre os instrumentos de sopro, por exemplo, que precisam constantemente de tomadas de ar (respiração obrigatória marcada). Os cordofones friccionados podem executar sons de duração infinita, principalmente quando o executante consegue esconder as trocas de arcos (para baixo e para cima) trazendo uma ideia parecida com a do grande órgão de tubos num contínuo soar interminável.

Se compararmos o quarteto de cordas com o quarteto vocal clássico, veremos que o violoncelo pode ser: baixo, tenor e até contralto. A viola seria o tenor, contralto e até soprano. Já os violinos (primeiro e segundo) podem executar contralto e soprano. Constatamos então que os instrumentos graves podem chegar a regiões muito agudas, mas à medida que os instrumentos se tornam mais agudos eles limitam sua abrangência sonora.

2



HISTÓRIA DOS CORDOFONES FRICCIONADOS



Violino, Viola e Violoncelo formam um grupo interessante, que partem de uma noção humana de família onde pai, mãe e filhos a constituem primordialmente. As origens desses instrumentos são controversas, como tudo o que se refere à História Humana, mas temos um ponto de partida confiável que é esse modelo que conhecemos hoje.

A origem do violino é duvidosa e manteve um formato quase inalterado durante 400 anos. Desde a Escola de Cremona, o violino chama a atenção pelo seu som diferenciado. Foi tocado e estudado por muitos físicos como: Einstein, Max Planck e Hermann von Helmholtz. É considerado um dos mais sofisticados instrumentos de cordas, sempre despertou interesse de físicos, não só no âmbito musical como científico. Entre um Stradivarius (fabricado por Stradivari) e um violino comum industrializado, um músico treinado e perceptivo, diz haver um abismo sonoro, entre o som produzido por eles. Há uma série de fatores que contribuem para isso: madeira, processo de construção, verniz, tábua harmônica, colocação da alma e do cavalete e o tempo que estes instrumentos passaram nas mãos de grandes músicos, são alguns exemplos das diferenças.

Pode-se afirmar seguramente que, não há timbre exatamente igual e por mais sutil que seja essa diferença sonora, ela pode ser detectada e descrita. Às vezes com termos de acústica, às vezes com termos emprestados de outros contextos linguísticos; ex: som doce, quer dizer som suave ou agradável. Há muitas palavras acusticamente estranhas, que descrevem a percepção do ouvinte sobre os instrumentos. Estas observações acústicas acontecem também no tocante ao violoncelo e à viola.

Violino

O violino pertence a uma família de instrumentos chamados cordofones friccionados como a viola, o violoncelo e o contrabaixo (que tem origem e desenho mais ligado às violas di gamba) que não será analisado neste livro. O formato do violino nem sempre foi o mesmo, o modelo atual nasceu na Renascença e se desenvolveu nos períodos Barroco e Clássico nas mãos de famosas famílias italianas de Luthiers (a palavra vem de Luthe, alaúde), como: Amati, Stradivari e Guarneri. Tais instrumentos hoje custam centenas

de milhares de dólares podendo chegar a milhão de dólares, dependendo do estado do instrumento e seu funcionamento pleno.

Apesar de possuir vários semelhantes e antecedentes nas culturas antigas: Médio-Oriente, Egito e Grécia, acredita-se que os antecessores imediatos do violino tenham sido instrumentos medievais como a rabeça, a viola di gamba e a viola da braccio, e que seu surgimento tenha sido no séc. XVI, na Itália. Devido a seus antecessores imediatos, o violino começou como um instrumento popular sem posição social, tocado por muitos músicos profissionais tentando ganhar a vida, em cantigas ou danças nas tabernas ou ao ar livre. Esse é apontado como o provável motivo de não haver muitos registros sobre a origem exata do instrumento. Os primeiros grandes fabricantes, ou Luthiers, e fundadores de escolas de criação foram: Gasparo Bertolotti, conhecido como Gasparo de Saló (1540-1609) na região de Brescia, fundador da Escola de Brescia, e Andrea Amati (1505-1578) na região de Cremona, fundador da famosa Escola de Cremona, ambos na Itália. Da escola de Brescia, com da Saló, surgiram os primeiros violinos com reputação. Relatos da época indicam que os violinos construídos por Saló, tinham um acabamento rudimentar, embora o som fosse cheio e vigoroso (Sandys; Foester, 1864). Dos violinos da Saló, ainda remanescentes, nota-se uma excelente qualidade no verniz, um som volumoso e pleno. Gasparo também trabalhou muito em outros instrumentos da família dos cordofones friccionados, como o violoncelo, a viola e o contrabaixo. Entretanto, foi na Escola de Cremona que a construção de violinos atingiu seu apogeu. Andrea Amati foi o primeiro da família a trabalhar como Luthier. Ficou conhecido pela construção de violinos de 3 cordas, por moldar alterando o tamanho do braço e por elaborar um método de fabricação totalmente diferente de outros Luthiers da região, criando um método usado até os dias atuais. O neto de Andrea, Nicola Amati (1596-1684), foi o responsável por aprimorar técnicas de fabricação do avô e usar diferentes tipos de madeiras na confecção do corpo. Conquistou grande fama e foi Mestre de Antonio Stradivari (1644-1698).

Antonio Stradivari, talvez o mais aclamado Luthier da época, virou sinônimo de perfeição na construção de violinos e outros cordofones friccionados. Produziu cerca de 1000 instrumentos, dos quais cerca de 600 ainda estão expostos em museus, coleções, acervos ou sendo tocados por músicos profissionais em orquestras sinfônicas internacionalmente renomadas. Acredita-se que

existam em torno de 450 violinos Stradivarius espalhados pelo mundo. Nada se pode concluir até hoje sobre o porquê da sonoridade única do Stradivarius (Reis, 2013). Tentando seguir essa tradição, temos hoje bons Luthiers espalhados pelo mundo e como exemplo temos a terceira geração da família Capela (famosos Luthiers portugueses). Foi Joaquim Antônio Capela, nascido em 1966, filho de Antônio Capela, que não escapou da tradição do ofício da família, e dá prosseguimento ao trabalho. Frequentou cursos em outros países e participou de diversas competições de cordofones friccionados. Trabalhou com Mstislav Rostropovich, famoso violoncelista e maestro russo. Joaquim e Antônio produzem instrumentos até os dias atuais (Brito; Brito, 2009).

Apesar do violino possuir de 80 a 84 componentes, basicamente podemos dividi-lo em 3 grandes partes: braço, corpo e arco. O braço é feito de uma peça só, em geral talhada manualmente em “ácer”, madeira proveniente da região balcânica (Hungria, Bulgária, Romênia e Boêmia). Em uma das extremidades se encontra a voluta, uma peça que lembra um caracol, também se parece com a cóclea do ouvido humano, na qual diversos Luthiers inserem uma característica pessoal com nome, letra, desenho ou uma mínima alteração do formato. Logo abaixo ficam as cravelhas, local onde se prende uma das extremidades das cordas. Usa-se ébano comumente na confecção das cravelhas, que também se usa na fabricação de clarinetes e oboés. Logo abaixo, temos a pestana, uma estrutura de apoio das cordas e que determina o início da vibração útil das cordas, peça que cobre a parte superior do braço, sendo transição para o espelho, onde as cordas serão apertadas pela mão esquerda em diferentes pontos. Também pode ser chamada de ponto ou escala. Tanto a pestana quanto o espelho são feitas de ébano (Brito; Brito, 2009).

O corpo é a caixa de ressonância do instrumento, nele se encontram diversos elementos: a parte superior chama-se tampo e a inferior costas ou fundo. Essas 2 peças são unidas perifericamente pela ilharga. Os primeiros luthiers da Escola de Brescia fabricavam o tampo com uma espessura uniforme, mas com o tempo, observaram que alterando a espessura ao longo do tampo, alteravam a sonoridade do instrumento. Por isso os violinos atuais possuem maior espessura no centro do tampo e do fundo do que nas laterais perto da ilharga. O tampo, o fundo e a ilharga possuem aberturas em formato de “c” que são chamados de enfranques e foram criados com a função de facilitar a passagem do arco subindo e descendo friccionando as cordas livremente em

todas as cordas sem tocar na caixa acústica. No tampo se encontram as aberturas com formato de “f”, chamados de aberturas acústicas, essas aberturas são responsáveis por transmitir as vibrações do ar para fora da caixa de ressonância. Sobre o tampo temos o estandarte, preso através de um botão na ilharga. No estandarte são colocados os micro afinadores, local onde se prende uma das extremidades da corda. O estandarte fica suspenso por uma presilha, de modo que toque o tampo o menos possível, assim ele pode vibrar livremente. Outra peça de crucial importância, instalada acima do tampo, é o cavalete. Normalmente é feito de ácer, mesma madeira usada no fundo, no braço e na ilharga. Diferentemente do séc. XVI, hoje é possível criar cavaletes em escala industrial usando máquinas de corte a laser. Porém esse tipo de produção não é o preferido entre os músicos profissionais, que preferem os construídos manualmente. Sua função, junto à alma (ligação entre o tampo e o fundo), é repassar as vibrações provocadas nas cordas para o corpo. A alma é uma haste interna que liga o pé esquerdo do cavalete às costas do violino. A colocação da alma é um dos pontos mais sensíveis do trabalho de um luthier, pois ela é responsável por levar a ressonância que ocorre no cavalete, devido à vibração das cordas, para o fundo do violino, dando uma sonoridade mais potente ao violino. Hoje em dia são também feitos violinos com materiais sintéticos, que naturalmente apresentam som com timbre um pouco diferente.

O último elemento do violino é o arco, uma vara feita durante muitos anos de madeira, em geral de Pau de Pernambuco ou Pau Brasil, levemente encurvada com cerca de 70 centímetros. Hoje em dia é muito comum o uso de arcos feitos de material sintético, de fibras de carbono. Em uma ponta estão fixadas mais ou menos 200 cerdas (crinas de cavalo ou material sintético) e na outra um regulador de tensão das cordas. A extremidade do regulador é chamada de talão e a oposta de ponta. Das partes do violino, o arco foi o que sofreu mais mudanças ao longo dos séculos. Inicialmente era curto com um formato côncavo. Após os franceses, Francois Xavier Toute (1747-1835), Giovanni Battista (1755-1824) e o inglês John Dodd (1753-1835) o arco adquiriu um formato convexo, maior e com espessura maior também. Isso facilitou a utilização do arco para os músicos. O profissional que constrói arcos é chamado de arquetário.