

Els instruments neixen i evolucionen

La Música, un llenguatge universal

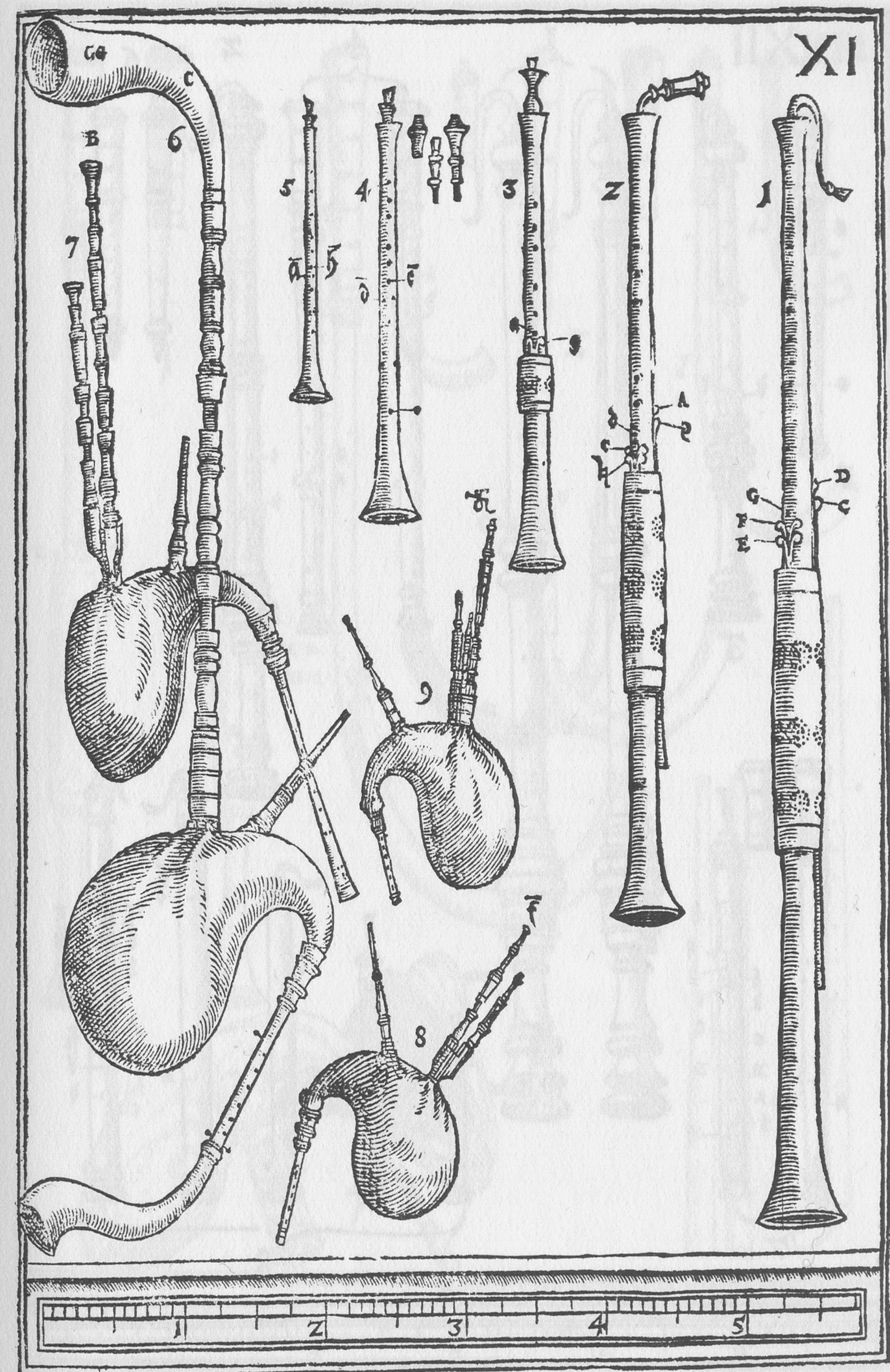
L'origen dels instruments sorgeix de la necessitat de comunicar-se i es produeix a totes les cultures. Els instruments evolucionen perquè a cada època s'incorporen millores tècniques, tant de funcionament com de materials de construcció, que aconseguen més resistència, millor qualitat del so o més agilitat en el seu ús.

La línia evolutiva de la tenora o de l'oboè és la d'un tub amb forats que produeix el so quan l'aire fa vibrar una canya doble. Al segle XX aC ja apareixen representacions d'intèrprets d'aquest instrument (variant d'oboè doble) en tombes egípcies.

A l'antiga Grècia el mateix instrument s'anomena *aulós*, i apareix a la literatura i a l'art, com al vas de ceràmica del 490 aC, que mostra un guerrer nu ballant una dansa de guerra al so de l'*aulós*.

L'instrument va ser adoptat pels romans amb el nom de *tibia*, i a l'edat mitjana s'anomenava *xeremia*. La cort d'Alfons X el savi aplegava trobadors que el tocaven, com mostra la miniatura de les Cantigas de Santa María del 1270.

Al final del Renaixement la família d'aquest instrument (*Pommer* en alemany) és molt variada i ja s'usen claus per tapar i obrir forats.



1. Bas-Pommer 2. Bassiet oder Tenor-Pommer. 3. Alt-Pommer.
4. Discant-Schalmey. 5. Klein-Schalmey. 6. Großer Lock.
7. Schayer-Pfeiff. 8. Hämmelehen. 9. Dudley.
B ij

El disseny científic d'instruments musicals ha passat a ser una realitat

Ho han fet possible els avenços en l'experimentació acústica —que ha permès desenvolupar models matemàtics precisos del funcionament dels instruments— i en els ordinadors, que han permès emprar aquests models.

El grau de perfeccionament dels instruments de l'orquestra els fa difícilment millorables per mitjà del disseny científic, però aquest no és el cas dels instruments tradicionals que, en fabricar-se en menys quantitat, sovint han quedat lluny del grau de perfeccionament desitjat pels instrumentistes.

Aquesta exposició presenta dos instruments musicals dissenyats científicament: la versió millorada de la **tenora**, i la **barítona**, instrument de nova creació com a complement baix del *tible* i la *tenora*. Van ser desenvolupats per dos programes de recerca de l'Institut d'Estudis Catalans.

En el cas de la **tenora** es va donar resposta a les millores que músics, instrumentistes i constructors havien concretat amb motiu dels 150 anys de la *tenora* moderna, promoguda per Pep Ventura.

La **barítona** havia estat promoguda per Lamote de Grignon, però no se'n va arribar a construir cap. Ha estat acceptada pels instrumentistes, que reconeixen que té la mateixa veu que la *tenora*, per bé que amb tessitura més baixa.



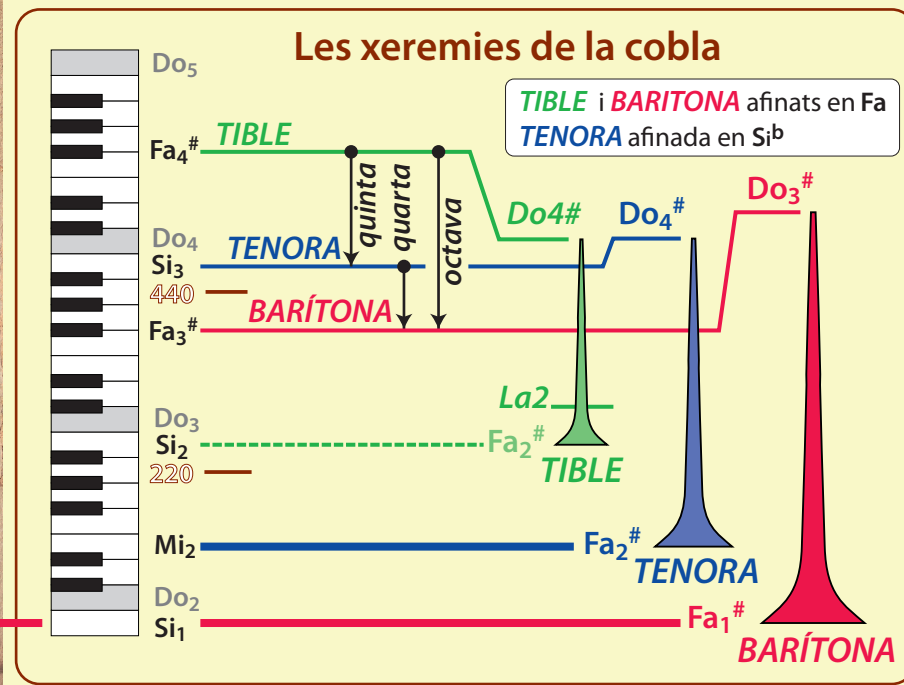
prototip
de barítona
de l'IEC.

Jaume Vilà amb
el prototip de
tenora de l'IEC.
Cobla Sant Jordi

Dos instruments musicals dissenyats científicament:

- Optimització del disseny de la tenora
- Creació de la barítona com a complement de la tenora i del tible

per dos programes de recerca de l'Institut d'Estudis Catalans



Jordi Campos amb el
prototip de barítona
de l'IEC.



Barítona amb
pavelló de saxòfon.
Jordi Campos

MATEMÀTIQUES, FÍSICA I ENGINYERIA en el disseny de dos instruments musicals

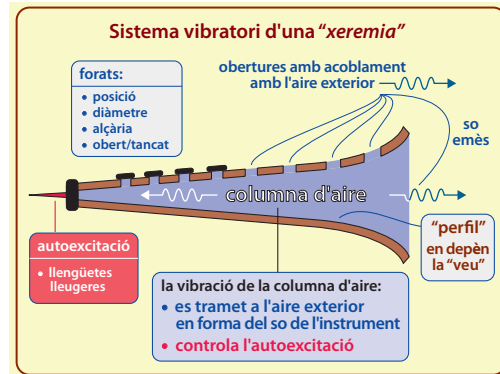
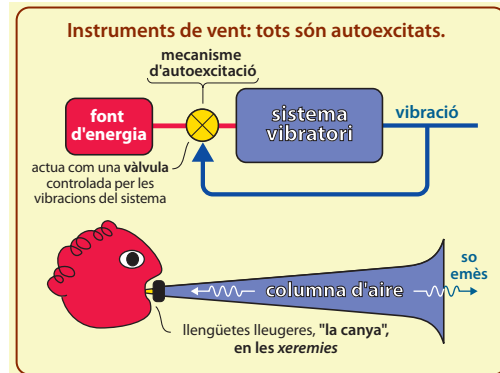
Dos programes de recerca de l'Institut d'Estudis Catalans

- Optimització del disseny de la *tenora*
- Creació de la *barfona* com a complement de la *tenora* i del *tible*

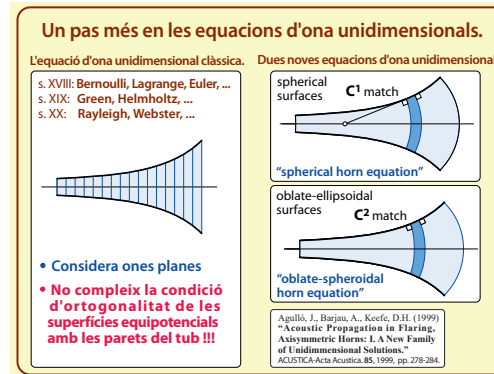
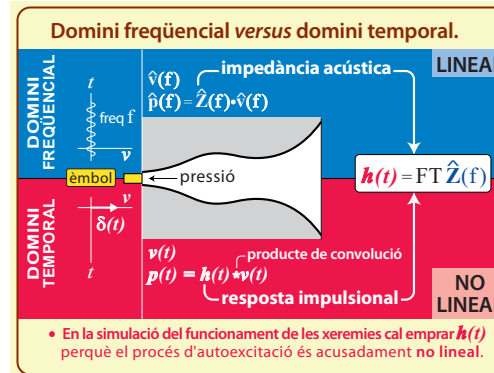


Prototip de barfona de l'IEC

Funcionament i disseny



Modelització



Component caòtic determinista

La canya: porta d'entrada al caos determinista.

Producció del "rogall" emprat per comprovar l'adequació de les canyes.

En bufar-hi: s'inicia un cabal d'entrada amb velocitat creixent.

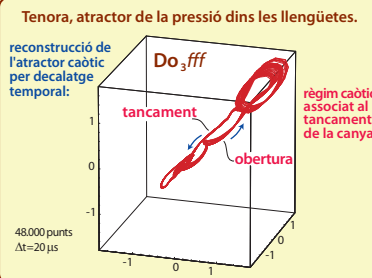
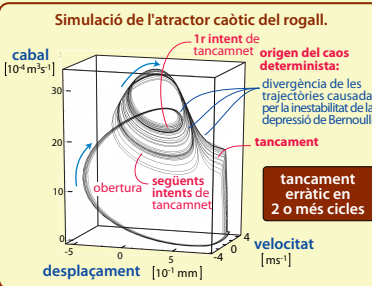
En tractar-se d'un pas estret: s'hi crea una depressió de Bernoulli que tendeix a tancar-la més.

En tancar més: augmenta la velocitat, la qual cosa reforça la depressió i el tancament.

El procés és inestable: en un o més cicles d'oscil·lació, tanca violentament la canya creant-hi una breu i intensa depressió.

Amb la canya no acoblada a l'instrument:

Sense cabal: la canya s'obra i el procés recomença.



Experimentació

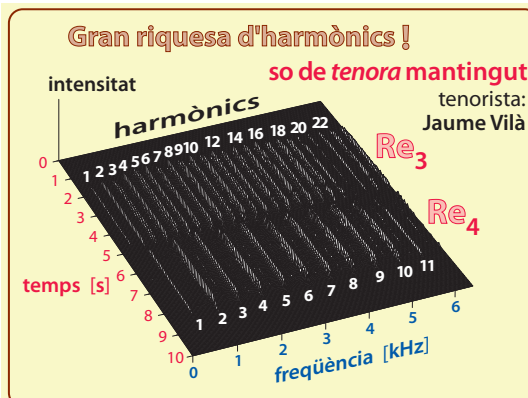
Sergi Soler acústic

Jordi Campos acústic, tiblista i tenorista

cap d'impedància de 3 micròfons

Mesura de les ressonàncies d'un prototip de tenora

El so d'aquests instruments



Disseny científic d'instruments musicals?

Un instrument musical mecànic és un artefacte al qual s'exigeix unes característiques vibratòries molt precises, i es tracta d'aconseguir-ho tot aplicant la Física per mitjà de les Matemàtiques, que és el fer de l'Enginyeria

Instruments de l'orquestra

Se'n construeixen en quantitat tan gran, que el procés d'evolució i selecció propiciat per l'exigència dels músics i l'habilitat dels constructors els ha portat a un grau de perfeccionament, que difícilment l'enginyeria podria fer anar més enllà.

Disseny científic versus disseny artesanal

L'avantatge clau del disseny científic és que permet preveure tots els canvis al mateix temps.

→ permet fer drecera

En el disseny artesanal qualsevol retoc local afecta en més o menys grau totes les notes, que tot seguit cal corregir.

→ procés llarg i costós.

Instruments tradicionals

Han evolucionat menys perquè se'n construeixen en poca quantitat, i sovint el grau d'exigència dels instrumentistes és inferior, encara que aquest no ha estat el cas de les **xeremies de la cobla**, pel fet de tocar-se amb partitura des de meitat de segle XIX.

Disseny artesanal: prototip real

una modificació del perfil o del forat d'una nota

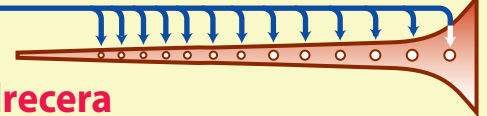


• Cal un procés iteratiu costós en temps i en diners

Disseny amb base científica: prototip virtual

model matemàtic de l'instrument

totes les modificacions alhora



• Permet fer drecera

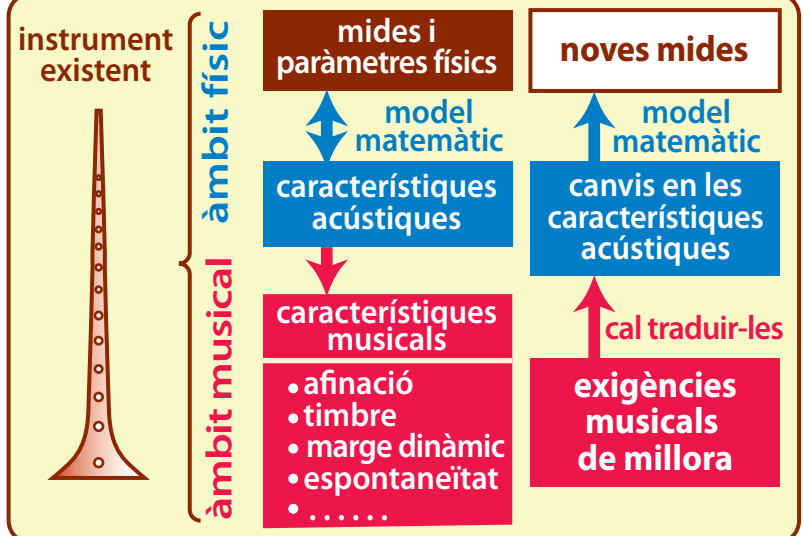
Redisseny: enginyeria clàssica

L'eina bàsica és el model matemàtic que relaciona les mides i paràmetres físics amb les característiques acústiques, de les quals deriven les musicals.

A partir dels canvis que cal introduir, el model matemàtic dona les noves mides.

Aquest ha estat el cas de la tenora

Que va donar resposta al conjunt de millores que músics, instrumentistes i constructors havien concretat amb motiu dels 150 anys de la tenora.



Disseny d'un nou instrument: una enginyeria més arriscada

Aquest ha estat el cas de la barítona

Va passar la prova de ser admesa en l'àmbit musical. Es va acceptar que parlava amb la mateixa veu que la *tenora* i el *tible*, per bé que en tessitura més greu.



previsió de característiques musicals

prototip "zero"

prototip ajustat a les previsions

cal que sigui acceptat!
aquest és el gran repte