

“La disumanità del computer sta nel fatto che, una volta programmato e messo in funzione, si comporta in maniera perfettamente onesta.”

Isaac Asimov

# INDICE

1. INTRODUZIONE .....	2
2. CLASSIFICAZIONI DEGLI STRUMENTI PREESISTENTI: IL SISTEMA	
<i>HORNBOSTEL – SACHS</i> .....	4
2.1. La validità del <i>Sistema Hornbostel-Sachs</i> rispetto alle classificazioni più comuni ...	4
2.2. Il <i>Sistema Hornbostel - Sachs</i> .....	7
3. GENERALITA' SULLE ONTOLOGIE .....	14
3.1. Ontologie in linguaggio OWL.....	14
3.2. La <i>Methontology</i> finalizzata allo sviluppo di ontologie .....	17
4. LO SVILUPPO DELL'ONTOLOGIA STRUMENTI-MUSICALI .....	19
4.1. La fase di <i>Concettualizzazione</i> : la creazione del Glossario di Termini (GT).....	19
4.2. La fase di <i>Implementazione</i> : la creazione dell'ontologia in <i>Swoop</i> .....	20
4.3. Approfondimento della classe <i>Strumenti_a_fiato</i> .....	31
5. CONCLUSIONI.....	40
<i>BIBLIOGRAFIA</i> .....	42
<i>SITOGRAFIA</i> .....	42
<i>APPENDICE</i> .....	43
Il Glossario di Termini (GT) .....	43

## ***1. INTRODUZIONE***

Il presente lavoro di tesi è correlato all'attività di tirocinio svolta presso il Laboratorio di Informatica Musicale (LIM), laboratorio di ricerca del Dipartimento di Informatica e Comunicazione dell'Università degli Studi di Milano.

Lo scopo principale del presente elaborato è l'illustrazione delle fasi della creazione di un'ontologia denominata *Strumenti-Musicali* che va a definire una classificazione degli strumenti musicali.

In tale ambito esistono delle classificazioni a livello cartaceo, per lo più risalenti alla prima metà del secolo scorso. Ovviamente esse risultano inutilizzabili dal punto di vista informatico e studi sull'argomento non sono ancora stati effettuati efficacemente. Si è così pensato di produrre un'ontologia in linguaggio OWL (*Web Ontology Language*) che permettesse di avere a disposizione una tassonomia a livello informatico, non più solamente cartaceo.

L'attività di tirocinio è stata svolta sotto la supervisione di due membri del Dipartimento, i professori Luca A. Ludovico e Alfio Ferrara, e si è svolta a partire dal mese di novembre 2009 fino a quello di gennaio 2010.

La presenza di due tutor a supporto dell'attività è stata fondamentale. Infatti il lavoro ha visto coinvolti tanto l'ambito musicale quanto quello informatico, e presenta chiari riferimenti all'uno e all'altro. Lo sviluppo dell'ontologia è stato seguito prettamente dal professor Ferrara, mentre la parte musicale è stata curata secondo le direttive del professor Ludovico.

Dunque il presente elaborato è frutto dell'interdisciplinarietà di un tirocinio che ha visto coinvolti due differenti laboratori.

Il lavoro ha avuto come scopo iniziale la creazione di un Glossario di Termini che ponesse le basi per la successiva creazione di un'ontologia e, in secondo luogo, l'impostazione tassonomica di suddetta ontologia in linguaggio OWL.

La creazione del Glossario, come verrà spiegato in seguito, è stata conseguita ragionando principalmente sulle caratteristiche che rendono inequivocabilmente distinguibili fra loro le varie categorie degli strumenti musicali; per tale fine è stato fondamentale lo studio delle preesistenti classificazioni, in particolare il lavoro di inizio '900 condotto da Curt Sachs ed

Erich von Hornbostel. Sfruttando la loro tassonomia si è potuta definire la terminologia essenziale ai fini dell'ontologia.

La seconda fase del lavoro ha invece previsto la creazione dell'ontologia *Strumenti-Musicali.owl*; per conseguire tale risultato è stato necessario apprendere le conoscenze necessarie per l'utilizzo di software per la realizzazione di ontologie. Gli applicativi utilizzati sono stati principalmente due: la piattaforma *Protégé*, più nota nell'ambiente informatico, e il tool *Swoop*, un altro progetto open source meno rinomato, ma altrettanto funzionale. L'utilizzo di *Protégé* è stato soprattutto propedeutico, al fine di apprendere l'abilità necessaria per poter poi utilizzare *Swoop* in modo altrettanto efficiente.

Nei capitoli seguenti si andrà a spiegare come le fasi del progetto sono state portate a termine, cercando di premettere tutte le informazioni necessarie al fine di comprenderle al meglio.

## **2. CLASSIFICAZIONI DEGLI STRUMENTI PREESISTENTI: IL SISTEMA HORNBOSTEL – SACHS**

### **2.1. La validità del *Sistema Hornbostel - Sachs* rispetto alle classificazioni più comuni**

L'Organologia (dal greco ὄργανον – organon, “strumento” e λόγος – logos, “studio”) è la scienza che studia gli strumenti musicali usati nelle diverse culture, gli aspetti tecnici di come gli strumenti producono il suono e la loro classificazione.

I primi documenti di rilievo in tale materia nell'occidente risalgono solamente al XVI secolo, e uno fra i primi organologi fu Michael Praetorius che nel suo *Syntagma Musicum* del 1618 iniziò a utilizzare il termine “organologia”.

Nei secoli XVIII e XIX tale scienza non fece grandi passi avanti; tuttavia gli esploratori europei iniziarono a tornare nel continente con strumenti prelevati da diverse culture, portando così un nuovo interesse per la materia.

La classificazione degli strumenti ancor oggi ritenuta più valida risale proprio all'inizio del XX secolo. Si tratta di quella redatta dall'australiano Erich M. Von Hornbostel in unione al tedesco Curt Sachs. Questi due celebri musicologi hanno posto le basi della moderna organologia e sono maggiormente ricordati per la creazione di quello oggi noto come *Hornbostel - Sachs System*, ossia un nuovo sistema di classificazione degli strumenti musicali pubblicato per la prima volta nel 1914 in *Zeitschrift für Ethnologie* e tradotto in inglese nel 1961 dal *Galpin Society Journal*. Nonostante sia meno popolare delle più immediate classificazioni degli strumenti, si tratta del sistema più largamente utilizzato da etnomusicologi e organologi, e dunque dagli esperti in materia.



**Figura 1: *Attributi della musica*, Jean-Baptiste Chardin (1765), Parigi, Louvre**

Nella prefazione dell'articolo sulla Classificazione degli Strumenti Musicali [1] (tradotto in lingua inglese da Baines and Klaus P. Wachsmann), vengono elencate non solo le caratteristiche del *Sistema Hornbostel – Sachs*, ma anche le debolezze dei precedenti sistemi di classificazione e di quelli creati arbitrariamente e più diffusi al giorno d'oggi.

Nella nostra era gli strumenti sono classificati in tre grandi categorie: strumenti a corda, strumenti a fiato e strumenti a percussioni, tuttavia tale suddivisione risulta profondamente inadeguata.

Innanzitutto alcuni strumenti non potrebbero essere inseriti in nessuna delle tre categorie sopra citate senza metterli in una posizione innaturale (ad esempio la celesta, che verrebbe vista come uno strumento a percussione e dunque posta in prossimità di tamburi e simili). Come soluzione a tale problema, viene aggiunta alle volte una quarta categoria, "Miscellanea", nella quale sono raggruppati sistematicamente tutti gli strumenti non meglio classificabili in modo alquanto discutibile.

Inoltre questa tipica classificazione non solo è inadeguata, ma anche illogica: il requisito base per un sistema di classificazione è sicuramente che il principio di demarcazione rimanga lo stesso per tutte le categorie principali. Invece le divisioni arbitrarie alle quali siamo soliti operare secondo due diversi principi: suddividono gli strumenti ad arco a seconda della natura della sostanza vibrante, ma gli strumenti a fiato e a percussione a seconda del metodo di eccitazione sonora, ignorando il fatto che vi sono strumenti ad arco che sono soffiati, come l'arpa eolia, o percossi, come il pianoforte.

Le ulteriori suddivisioni non sono migliori: gli strumenti a fiato sono divisi in "legni" e "ottoni", dando così come criterio di differenziazione il materiale di costruzione, ma ignorando il fatto che molti strumenti "bassi" sono o erano un tempo fatti di legno, come le cornette o i corni, e che molti "legni" sono opzionalmente o tipicamente fatti di metallo, come i flauti e i sassofoni.

La scelta della classificazione *Hornbostel-Sachs* come base dell'ontologia *Strumenti-Musicali* risulta a questo punto motivata, dato che essa è certamente più accurata e decisamente meno arbitraria.

Hornbostel e Sachs hanno basato il loro sistema su una precedente classificazione, quella di Victor-Charles Mahillon, un musicista belga che costruì, collezionò e classificò più di 1500 strumenti musicali. Egli creò un sistema che adottò fin dal 1888 per il suo catalogo del Museo del Conservatorio di Bruxelles.

Mahillon prendeva come principale criterio di divisione la natura del corpo vibrante, distinguendo così fra:

- (I) strumenti il cui materiale fosse sufficientemente rigido e allo stesso tempo sufficientemente elastico per subire periodiche vibrazioni, denominati “self-sounding instruments” (strumenti che suonano da sé);
- (II) strumenti nei quali le onde sonore fossero eccitate dall’azione di membrane fortemente tese;
- (III) strumenti nei quali vibrassero delle corde;
- (IV) strumenti nei quali vibrasse una colonna d’aria.

Dunque suddivideva gli strumenti in quattro categorie: strumenti che suonano da soli (autofoni), strumenti a membrana, strumenti a corda e strumenti a fiato.

Hornbostel e Sachs ripresero tale suddivisione, preferendo il termine “idiofoni” per il primo gruppo di strumenti. Il grande vantaggio di questo sistema era la possibilità di assorbire quasi tutti gli strumenti antichi e moderni, europei ed extra-europei.

Tuttavia Hornbostel e Sachs trovarono che questo sistema a quattro classi potesse rivelarsi largamente migliorabile. Mahillon poneva le basi del suo sistema sugli strumenti dell’orchestra moderna, con la quale era periodicamente in contatto (essendo lui un musicista e creatore di strumenti). Man mano che il museo di Bruxelles cresceva sotto la sua direzione, veniva in contatto con nuovi strumenti che alle volte non riuscivano a essere inseriti nel suo sistema.

Si ritrovò così a dividere gli strumenti in ulteriori sezioni, cercando di specificare al meglio le caratteristiche degli uni e degli altri. Ma spesso queste si rivelavano scelte piuttosto ingenui.

Dunque Hornbostel e Sachs furono persuasi a tentare a loro volta di creare un sistema per classificare gli strumenti, avendo a disposizione l’illuminante esempio di Mahillon, ma sapendo perfettamente che non era possibile pianificare un sistema che non avesse bisogno di futuri sviluppi e modifiche.

Hornbostel e Sachs si sono imbattuti in diversi problemi dal momento in cui hanno deciso di intraprendere questo lavoro. Innanzitutto pensavano di utilizzare le caratteristiche fisiche della produzione del suono come principale criterio di suddivisione (seguendo gli insegnamenti di Mahillon); ma al momento dello sviluppo del loro lavoro le conoscenze fisiche erano inadeguate. Altre difficoltà nascevano dalla morfologia degli strumenti, o

meglio da quegli strumenti che mostrano contaminazioni fra tipi (che potrebbero finire con l'essere inseriti in due o più gruppi).

Un altro problema stava nel trovare dei termini per indicare i gruppi di divisione, ossia espressioni quali "classe", "famiglia", "specie", ecc...

Infine il numero delle suddivisioni non poteva essere consistente, ma doveva lasciare spazio a future suddivisioni per casi speciali, a incrementi di tale numero...

Questa scelta si è rivelata certamente corretta quando negli anni '40 hanno fatto la loro comparsa sulla scena gli strumenti elettrici (chitarra, basso...), riguardo ai quali vi sono comunque pareri contrastanti per il loro inserimento nei cordofoni (rispetto agli elettrofoni).

In generale il *Sistema Hornbostel - Sachs* cerca di basarsi solo su caratteristiche identificabili nella forma visibile dello strumento, senza preferenze soggettive, andando così incontro non solo alle esigenze di curatori di musei, ma anche di etnologi e lavoratori sul campo. La genialità della loro classificazione sta nel fatto che gli strumenti vengono definiti tramite una serie di numeri che li associano a successive sottoclassi di una classe superiore.

Se prendiamo l'esempio del *Glockenspiel*, nel contesto del sistema si sta parlando di un idiofono, la classe che ha come codice-figura iniziale il simbolo **I**.

Dato che lo strumento appartiene alla prima sottoclasse degli idiofoni, si aggiunge un'altra **I** (idiofoni a percussione = **II**). Procedendo man mano si arriva alla definizione finale dello strumento come **III.242.222**: il primo gruppo mostra che abbiamo a che fare con un idiofono percosso direttamente, il secondo e il terzo implicano che si sta parlando di campane.

Ecco dunque illustrati i motivi per i quali si è deciso di sfruttare il *Sistema Hornbostel - Sachs* per la creazione dell'ontologia in linguaggio OWL.

## **2.2. Il Sistema Hornbostel - Sachs**

Procedendo con una semplificazione rispetto all'originale, si è dunque ottenuta la suddivisione degli strumenti musicali in cinque grandi categorie: idiofoni, membranofoni, cordofoni, aerofoni ed elettrofoni.

Prezioso ai fini dell'illustrazione di ogni categoria è stato il volume [2], che riporta la classificazione rivista da Sachs nel 1940.

## **I – IDIOFONI**

Strumenti fatti di materiali naturalmente sonori che, per la loro solidità ed elasticità, producono il suono senza aver bisogno di membrane tese addizionalmente, di corde o di pelli di tamburo. In questa classe è l'azione del suonatore che forma lo strumento, dunque la questione principale è il modo in cui gli idiofoni siano indotti a vibrare.

### **II – IDIOFONI A PERCUSSIONE**

Lo strumento viene fatto vibrare venendo percosso.

#### **III – IDIOFONI A PERCUSSIONE DIRETTA**

Il suonatore stesso esegue il movimento di percussione.

##### **III.1 – IDIOFONI A PERCUSSIONE RECIPROCA**

Due o più parti sonore complementari vengono sbattute l'una contro l'altra.

##### **III.2 – IDIOFONI A PERCUSSIONE A STRUTTURA VASCOLARE**

Lo strumento è percosso sia con un oggetto non sonoro (mano, bastone, bacchetta) sia contro un oggetto non sonoro (corpo umano, terreno).

#### **II2 – IDIOFONI A PERCUSSIONE INDIRETTA**

Il suonatore non compie il movimento di percussione; la percussione risulta indirettamente attraverso altri movimenti del suonatore.

##### **II2.1 – IDIOFONI A SCUOTIMENTO**

Il suonatore compie un movimento di scuotimento.

##### **II2.2 – IDIOFONI A RASCHIAMENTO**

Il suonatore causa un movimento di raschiamento direttamente o indirettamente.

### **I2 – IDIOFONI A PIZZICO**

Le placche elastiche, fissate a un'estremità, sono fissate e poi rilasciate per tornare alla loro posizione di riposo.

#### **I21 – IN FORMA DI CORNICE**

La lamella dentro a una cornice o cerchio.

#### **I22 – IN FORMA DI PETTINE**

Le lamelle sono legate a una tavola o tagliate da una tavola come i denti di un pettine.

### **I3 – IDIOFONI A FRIZIONE**

Lo strumento viene fatto vibrare tramite frizione.

#### **I31 – BASTONI A FRIZIONE**

#### **I32 – PLACCHE A FRIZIONE**

### **I33 – SERBATOI A FRIZIONE**

### **I4 – IDIOFONI AD ARIA**

Lo strumento viene fatto vibrare tramite dell'aria soffiata all'intero.

### **I4I – BASTONI AD ARIA**

### **I42 – PLACCHE AD ARIA**

## **2 – MEMBRANOFONI**

Il suono è prodotto in questi strumenti da membrane fortemente tese sopra un'apertura. La maggior parte di essi vengono denominati tamburi.

### **2I – TAMBURI A PERCUSSIONE**

Le membrane sono percosse.

### **2II – TAMBURI A PERCUSSIONE DIRETTA**

Il suonatore stesso esegue un movimento di percussione; ciò include l'uso di qualunque mezzo, come bacchette, tastiere...

#### **2II.1 – TAMBURI A PAIOLO (TIMPANI)**

Il corpo ha la forma di scodella o piatto.

#### **2II.2 – TAMBURI TUBOLARI**

Il corpo è tubolare.

##### **2II.2I – TAMBURI TUBOLARI CILINDRICI**

Il diametro è lo stesso nel mezzo e nelle estremità.

##### **2II.22 – TAMBURI TUBOLARI A BARILE**

Il diametro è più largo nel mezzo che nelle estremità; il corpo è curvilineo.

##### **2II.23 – TAMBURI TUBOLARI A CONI SOVRAPPOSTI**

Il diametro è più largo nel mezzo che alle estremità; il corpo è rettilineo con profilo angolare.

##### **2II.24 – TAMBURI TUBOLARI A CLESSIDRA**

Il diametro è più piccolo nel mezzo che alle estremità.

##### **2II.25 – TAMBURI TUBOLARI CONICI**

I diametri delle estremità differiscono considerabilmente.

##### **2II.26 – TAMBURI TUBOLARI A CALICE**

Il corpo consiste di una sezione principale che può essere a forma di tazza o cilindrica e di uno stelo snello.

#### **2II.3 – TAMBURI A CORNICE**

La profondità del corpo non eccede il raggio della membrana.

## **2I2 – TAMBURI A SCUOTIMENTO**

Il tamburo è scosso.

## **22 – TAMBURI A PIZZICO**

Una corda è annodata sotto il centro della membrana; quando la corda viene pizzicata, la sua vibrazione è trasmessa alla membrana.

## **23 – TAMBURI A FRIZIONE**

La membrana viene fatta vibrare tramite frizione.

## **24 – MIRLITON**

La membrana viene fatta vibrare parlandoci o cantandoci vicino; la membrana non produce una nota da sola, modifica solamente la voce.

## **3 - CORDOFONI**

Strumenti con corde tesi fra punti fissati e che possono essere percosse con bacchette, pizzicate con le dita o con un plettro, sfregate da un archetto oppure fatte risonare dal vento (arpa eolia).

### **3I - CORDOFONI SEMPLICI (CETRE)**

Lo strumento consiste solamente di una barra di corde o di una barra di corde con un risonatore che non è integrale e che può essere staccato senza distruggere l'apparato di riproduzione del suono.

#### **3II – CETRE A BASTONE**

La barra di corde ha la forma di barra.

#### **3I2 – CETRE TUBOLARI**

La barra di corde è una superficie a volta.

#### **3I3 – CETRE A ZATTERA**

La barra di corde è composta di bastoni legati insieme al modo di una zattera.

#### **3I4 – CETRE A TAVOLA**

La barra di corde è una tavola; anche il terreno può essere considerato come tavola.

#### **3I5 – CETRE A GUSCIO**

Le corde sono tese attraverso la bocca di un guscio.

#### **3I6 – CETRE A TELAIO**

Le corde sono tese attraverso un telaio aperto.

## **32 – CORDOFONI COMPOSTI**

Una barra di corde e un risuonatore sono uniti organicamente e non possono essere separati senza distruggere lo strumento.

### **32I – LIUTI**

Il piano delle corde corre parallelamente alla superficie di risonanza.

#### **32I.I – LIUTI AD ARCO (PLURIARCHI)**

Ogni corda ha il proprio sostenitore flessibile.

#### **32I.2 – LIRE**

Le corde sono attaccate ad una traversa che giace sullo stesso piano della tavola sonora e consiste di due bracci e una barra.

#### **32I.3 – LIUTI A MANICO**

La barra delle corde è un manico piatto.

### **322 – ARPE**

Il piano delle corde giace a un certo angolo dalla superficie di risonanza (perpendicolarmente).

#### **322.I – ARPE APERTE**

L'arpa non ha un pilastro.

#### **322.2 – ARPE INCORNICIALE**

L'arpa ha un pilastro.

### **323 – ARPE-LIUTI**

Il piano delle corde giace a un certo angolo dalla superficie di risonanza; una linea che unisce le parti più basse delle corde sarebbe perpendicolare al collo.

## **4 – AEROFONI**

Detti anche “strumenti ad aria”, sono strumenti nei quali l'elemento vibrante è l'aria passante attraverso lo strumento.

### **4I – AEROFONI LIBERI**

L'aria che vibra non è limitata dallo strumento (in un tubo); tali aerofoni agiscono direttamente sull'aria esterna, provocando una serie di rarefazioni e condensazioni con vari mezzi.

#### **4II – AEROFONI LIBERI A DEVIAZIONE**

Il flusso d'aria incontra una superficie appuntita oppure una superficie appuntita è mossa attraverso l'aria. In entrambi i casi occorre una deviazione periodica dell'aria per alternare i fianchi della superficie.

## **4I2 – AEROFONI LIBERI A INTERRUZIONE**

Il flusso d'aria è interrotto periodicamente.

### **4I2.I – AEROFONI LIBERI A INTERRUZIONE IDIOFONICI**

Il flusso d'aria è diretto contro una lamella, che vibra periodicamente per interrompere il flusso in modo intermittente.

#### **4I2.II – ANCE A CONCUSSIONE**

Due lamelle creano un vuoto che si chiude periodicamente durante la vibrazione.

#### **4I2.I2 – ANCE A PERCUSSIONE**

Una singola lamella sbatte contro una cornice.

#### **4I2.I3 – ANCE LIBERE**

La lamella vibra attraverso una fessura.

#### **4I2.I4 – ANCE A NASTRO**

Il flusso d'aria è diretto contro la superficie di un nastro allungato.

### **4I2.2 – AEROFONI LIBERI A INTERRUZIONE NON IDIOFONICI**

L'agente di interruzione non è un'ancia.

## **4I3 – AEROFONI OCCLUSIVI**

L'aria è fatta vibrare tramite un singolo stimolo condensato.

## **42 – STRUMENTI A FIATO**

Hanno due fattori essenziali: un tubo che racchiude una colonna d'aria e un dispositivo per metterla in vibrazione, spezzando in pulsazioni il soffio continuo dell'esecutore (o l'aria spinta da un mantice). Tale dispositivo può essere rappresentato semplicemente dalle labbra compresse del sonatore (*trombe*), dal movimento di un'ancia (*strumenti ad ancia*) o dal bordo tagliente di una imboccatura di flauto (*flauti*).

### **42I - STRUMENTI SUONATI ALL'ESTREMITÀ (FLAUTI)**

Un flusso d'aria stretto è diretto contro uno spigolo.

#### **42I.I - FLAUTI SENZA DOTTO**

Il musicista crea un flusso d'aria dalla forma di nastro con le proprie labbra.

#### **42I.II - FLAUTI SUONATI ALL'ESTREMITÀ**

Il musicista soffia contro il bordo appuntito all'estremità aperta superiore di un tubo.

#### **42I.I2 - FLAUTI SUONATI LATERALMENTE**

Il musicista soffia contro il bordo appuntito di un buco sul lato del tubo.

#### **42I.2 - FLAUTI CON DOTTO**

Un dotto lineare dirige l'aria contro gli spigoli di un orifizio laterale.

##### **42I.2I - FLAUTI CON DOTTO ESTERNO:**

Il dotto si trova al di fuori della parete del flauto.

##### **42I.22 - FLAUTI CON DOTTO INTERNO:**

Il dotto si trova all'interno del tubo.

#### **422 - STRUMENTI AD ANCIA**

Il flusso d'aria ha un accesso intermittente alla colonna d'aria che viene fatta vibrare, grazie a due lamelle poste all'estremità dello strumento.

##### **422.I - STRUMENTI AD ANCIA DOPPIA (OBOE)**

Il tubo ha un'ancia doppia di concussione.

##### **422.2 - STRUMENTI AD ANCIA SEMPLICE (CLARINETTI)**

Il tubo ha un'ancia singola di concussione.

#### **423 - AEROFONI A BOCCHINO (TROMBE)**

Il flusso d'aria passa attraverso le labbra vibranti del musicista, così ha un accesso intermittente alla colonna d'aria vibrante.

### **5 – ELETTROFONI <sup>1</sup>**

Il suono viene generato per mezzo di una circuitazione elettrica o di un dispositivo elettromagnetico.

#### **5I – STRUMENTI AD AZIONE ELETTRICA**

Il suono è prodotto elettronicamente.

#### **52 – STRUMENTI ACUSTICI AMPLIFICATI ELETTRICAMENTE (SEMIELETTRONICI)**

Il suono viene prelevato all'uscita dello strumento e convogliato in un amplificatore per rendere udibile il volume.

#### **53 – ELETTROFONI A OSCILLATORI (STRUMENTI RADIOELETTRICI)**

Il suono viene creato da oscillatori elettrici che emettono suoni di diversa frequenza.

---

<sup>1</sup> Tale classificazione è frutto di un'aggiunta fatta da Sachs a posteriori nel 1940, infatti la categoria degli *Elettrofoni* non è presente nel Sistema originale del 1914, ma considerata necessaria al fine di descrivere strumenti che coinvolgessero l'elettricità.

### 3. GENERALITA' SULLE ONTOLOGIE

#### 3.1. Ontologie in linguaggio OWL

Un'ontologia viene utilizzata per catturare conoscenza riguardo a un dominio di interesse. Essa descrive i concetti nel dominio e le relazioni che si instaurano fra tali concetti.

Il linguaggio di più recente sviluppo per la descrizione di ontologie è OWL, creato dal World Wide Web Consortium (W3C).

Per sintetizzare le caratteristiche principali di un'ontologia in linguaggio OWL si sono presi come punto di riferimento l'articolo [3] e i documenti delle specifiche tecniche [7] [8].

Le ontologie OWL possono essere categorizzate in tre sotto-linguaggi: OWL-Lite, OWL-DL e OWL-Full. Nell'ordine, si va verso un maggior grado di espressività del linguaggio. OWL-Lite è il più semplice dal punto di vista sintattico, inteso per essere usato in situazioni nelle quali vi sia bisogno di una semplice gerarchia fra classi e di vincoli poco complessi.

OWL-DL è più espressivo rispetto al precedente e si basa sulle *Description Logics* (da qui il suffisso "DL"), dunque è aperto al riconoscimento automatico.

OWL-Full è inteso per essere usato laddove sia importante una spiccata espressività piuttosto che la garanzia di poter effettuare ragionamento automatico, non eseguibile in OWL-Full.

Ogni versione del linguaggio include ed estende la precedente, in altre parole un'ontologia OWL-Lite è sempre valida anche in OWL-DL, così come un'ontologia OWL-DL è sempre valida anche in OWL-Full (ma non il contrario).

L'ontologia *Strumenti-Musicali* che verrà presentata è stata creata utilizzando OWL-Lite.

Un'ontologia consiste di tre entità principali: *classi*, *individui* e *proprietà*.

Le *classi* sono interpretabili come gruppi contenenti individui; esse sono organizzate in una gerarchia macroclasse - sottoclasse, definita anche tassonomia. Una sottoclasse specializza la classe superiore (ad esempio nel caso della macroclasse "Animale", la sottoclasse "Gatto" va a specificare un gruppo della classe superiore).

Per ogni classe si possono indicare *asserzioni* (caratteristiche) che riguardano proprietà e funzioni di *disjoints* (gli individui della classe non possono appartenere contemporaneamente ad altre classi).

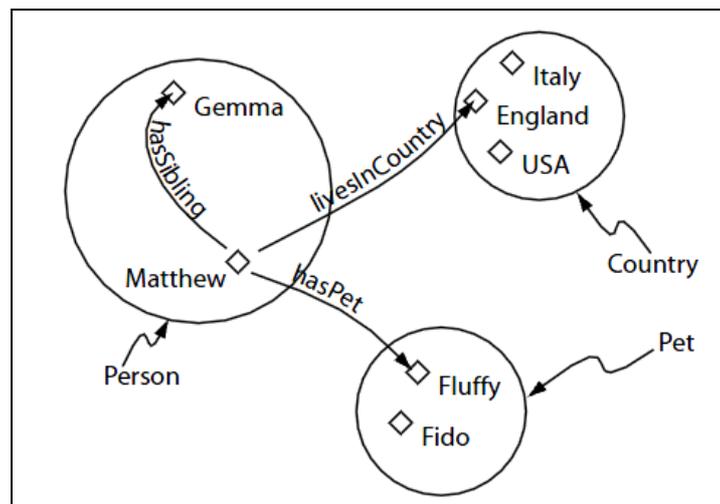
Gli *individui* rappresentano gli oggetti del dominio al quale siamo interessati; essi sono anche noti come “istanze di classi”.

Le *proprietà* sono relazioni binarie fra due entità; vi sono due principali tipologie di proprietà:

- *Object Properties*, ossia relazioni fra due individui (es. haPadre, haFiglio...);
- *Datatype Properties*, ossia relazioni fra un individuo e un tipo di dato primitivo (es. ha Anni, haTitolo...).

Possono anche esserci delle *annotazioni*, considerabili come metadati.

Le proprietà mettono in relazione individui appartenenti a un *domain* con individui appartenenti a un *range*: ad esempio nell’ontologia *Pizza* la relazione haCondimento avrà come domain (la prima classe a cui si riferisce la proprietà) la classe *Pizza*, e come range (la seconda classe a cui si riferisce la proprietà) la classe *Condimenti*.



**Figura 2: Rappresentazione di classi contenenti individui e proprietà**

Anche le proprietà, come le classi, possono essere organizzate gerarchicamente: una proprietà può essere definita come specializzazione di una proprietà esistente, e dunque divenire una sua sottoproprietà.

Per ogni proprietà di tipo *object* è possibile specificare dei costrutti che la mettono in relazione ad altre proprietà; i più importanti sono:

- il costrutto *owl:equivalentProperty* indica che due proprietà hanno la stessa estensione di proprietà. Proprietà equivalenti hanno gli stessi “valori” ma possono avere diversi significati (denotare diversi concetti);

- il costrutto *owl:inverseOf* indica che la proprietà è l'inversa di un'altra proprietà; un esempio classico di proprietà inverse sono *haPadre* e *haFiglio*. Proprietà inverse avranno anche inversione di domain e range;
- il costrutto *owl:FunctionalProperty* indica che la proprietà in considerazione può avere un unico valore *y* per ogni istanza *x*; un buon esempio di funzionalità nelle object properties sono la proprietà *haMarito* e *haMoglie*;
- il costrutto *owl:TransitiveProperty* indica che se una coppia (*x*, *y*) è un'istanza della proprietà in considerazione, e la coppia (*y*, *z*) è a sua volta un'istanza della proprietà, allora si può dedurre che la coppia (*x*, *z*) è a sua volta un'istanza della proprietà. Un esempio di proprietà transitiva si ha con la proprietà *sottoregioneDi* (un vino appartenente a una regione italiana sarà anche appartenente all'Italia);
- il costrutto *owl:SymmetricProperty* indica che se una coppia (*x*, *y*) è un'istanza della proprietà in considerazione, allora la coppia (*y*, *x*) sarà a sua volta istanza della proprietà. Un classico esempio di proprietà simmetrica è la relazione *amicoDi*;

Le proprietà *datatype* possono avere i seguenti tipi di dati di riferimento:

- *string* e suoi derivati (*language*, *name*...);
- *boolean*;
- i datatype di carattere numerico *decimal* e suoi derivati (*integer*, *byte*...), *double* e *float*;
- i datatype relazionati al tempo *dateTime*, *time*, *date*...;
- *hexBinary*, *base64Binary*, *anyURI*...

Nel caso della proprietà *haTasti* si va dunque a utilizzare il datatype *integer*; nel caso della proprietà *haMaggioreEtà* si potrebbe utilizzare invece il *boolean*, e così via.

Infine, per quanto riguarda le *annotazioni*, le predefinite in OWL sono:

- *owl:versionInfo*, che qualifica la versione dell'ontologia;
- *rdfs:label*, etichette relative alle classi e alle istanze dell'ontologia;
- *rdfs:comment*, che può indicare qualunque tipologia di commento;
- *rdfs:seeAlso*, che punta la risorsa che fornisce altre informazioni sul soggetto di un'asserzione;
- *rdfs:isDefinedBy*, sottoproprietà di *seeAlso* che indica una risorsa che definisce il soggetto di un'asserzione.

### 3.2. La *Methontology* finalizzata allo sviluppo di ontologie

Una volta stabilito il dominio di interesse dell'ontologia da costruire, la domanda principale da porsi è in quale modo essa debba essere sviluppata.

A questo proposito è stata fondamentale la lettura di un articolo redatto nel 1997 [4].

Una grande quantità di ontologie è stata sviluppata da vari gruppi e con diversi approcci di lavoro fino a metà degli anni '90, tuttavia pochissimi lavori avevano preso in considerazione il modo di procedere per costruirle, le pratiche, le attività, i criteri di realizzazione. Il suddetto articolo si pone dunque l'obiettivo di illustrare il *ciclo vitale* di un'ontologia, che parte dalla definizione dei requisiti e arriva fino al prodotto finito.

Il *processo di sviluppo di un'ontologia* si riferisce a quali attività debbano essere attuate nel costruire un'ontologia. Innanzitutto occorre conoscere a priori il fine ultimo e la portata del lavoro (per quali motivi si sta costruendo l'ontologia e chi sono i destinatari); una volta stabilito lo scopo si devono acquisire le conoscenze tecniche necessarie e poi procedere con la concettualizzazione di esse in un modello che descriva il problema e la soluzione prevista; inizia poi la fase di formalizzazione (effettuata utilizzando precisi sistemi di rappresentazione logica), tenendo presente che si consiglia sempre di cercare di integrare quanto possibile di ontologie preesistenti nella nuova ontologia in fase di costruzione; infine, per rendere l'ontologia eseguibile, occorre implementarla in un linguaggio formale (nel nostro caso OWL). È ovvio che, come tutti i processi di implementazione, anche l'ontologia avrà bisogno di essere valutata e verificata prima di essere messa a disposizione di terzi.

La *Methontology* è un metodo strutturato finalizzato a costruire ontologie e basato sul processo di sviluppo di ontologie precedentemente illustrato.

Tale metodo è strutturato in diverse fasi:

- *Specifica*: si produce un Documento di Specifica in lingua naturale che indichi almeno lo scopo dell'ontologia, il livello di formalità implementato in essa e la portata (che include il gruppo di termini da rappresentare, le sue caratteristiche e la sua granularità).
- *Acquisizione di conoscenza*: un'attività indipendente rispetto al vero e proprio processo di sviluppo, che deve tener presente anche delle ontologie preesistenti (che possono divenire a loro volta fonti di conoscenza), interviste con esperti, analisi di testi...

- *Concettualizzazione*: è in questa fase che si prepara il primo modello concettuale che farà da base all'ontologia. Occorre redigere un Glossario di Termini (GT), che includa concetti, istanze, verbi e proprietà. Il GT identifica e raccoglie *tutti* i domini di conoscenza utili e potenzialmente usabili, nonché i loro significati.
- *Integrazione*: si tratta di una fase facoltativa, che prevede il riutilizzo di definizioni già costruite in altre ontologie. A questo scopo si possono ispezionare le meta-ontologie (Cyc., Ontolingua...).
- *Implementazione*: è il momento che richiede l'uso di un ambiente che supporti le meta-ontologie e le ontologie selezionate. Il risultato di questa fase è l'ontologia codificata in linguaggio formale. L'ambiente dovrebbe fornire inoltre un analizzatore sintattico che garantisca l'assenza di errori sintattici o lessicali, un editor per eventuali modifiche, un traduttore, un browser per ispezionare l'ontologia, ecc.
- *Valutazione*: è una fase che sottintende i termini *Verifica e Validazione*. Col termine "verifica" s'intende il processo tecnico che garantisca la correttezza dell'ontologia, legato all'ambiente software; con il termine "validazione" ci si riferisce al fatto che l'ontologia, l'ambiente di sviluppo e la documentazione corrispondano al sistema che essi sono supposti rappresentare.
- *Documentazione*: dovrebbe essere un'attività da portare avanti durante *tutto* il processo di sviluppo dell'ontologia, in modo da avere differenti documenti legati alle varie fasi di lavoro.

Il capitolo successivo verterà principalmente sulla creazione dell'ontologia in linguaggio OWL, il cui sviluppo ha seguito prettamente le fasi precedentemente enunciate, basandosi sulla *Methontology*.

## **4. LO SVILUPPO DELL'ONTOLOGIA STRUMENTI-MUSICALI**

### **4.1. La fase di *Concettualizzazione*: la creazione del Glossario di Termini (GT)**

La fase iniziale di *Specifica* dell'ontologia è stata in questa sede omessa poiché il lavoro è stato commissionato dai docenti nell'ambito di un tirocinio; di conseguenza non è presente un Documento di Specifica dei requisiti iniziali.

La seconda fase, quella di *Acquisizione di conoscenza*, è considerata come indipendente rispetto al processo di creazione dell'ontologia vera e propria; dunque è stato condotto inizialmente uno studio di tutti gli elementi fondamentali per conoscere il dominio e la portata della qui illustrata ontologia, così come i metodi per elaborarla. Un'ampia sintesi di questa seconda fase è stata in ogni caso riportata nei capitoli 2 e 3.

Una volta stabiliti scopo e portata dell'ontologia da realizzare, è stata affrontata la fase di *Concettualizzazione*, portando a compimento per prima cosa la compilazione di un Glossario di Termini (GT).

Come detto precedentemente, i termini includono concetti, istanze, verbi e proprietà; per prima cosa è stato dunque necessario selezionare tutti i domini di conoscenza utili e potenzialmente usabili e tutti i loro significati.

Nel caso qui illustrato, si trattava di scegliere tutti i termini riguardanti il dominio degli strumenti musicali, tenendo in maggiore considerazione quelli che sono tipicamente presenti in orchestre sinfoniche. Per poter affrontare la scelta della terminologia essenziale, è stata fondamentale la conoscenza, precedentemente acquisita, del *Sistema Hornbostel – Sachs* (vedi cap. 2).

Il GT realizzato comprende una serie di termini che fanno parte del dominio del mondo musicale ed è suddiviso in categorie per permettere di rielaborare la classificazione precedentemente illustrata in modo organico. Sono stati presi in considerazione tutti gli elementi che caratterizzano gli strumenti idiofoni, membranofoni, cordofoni e aerofoni, cercando di spiegarne il funzionamento e il metodo che utilizzano per la produzione del suono. Altri termini riguardano gli accessori utilizzati dagli esecutori per suonare e le parti propriamente costituenti gli strumenti. Il Glossario è stato inoltre tradotto in lingua inglese grazie all'essenziale fonte di conoscenza rappresentata da un dizionario poliglotta della terminologia musicale [5].

Il Glossario di Termini utilizzato è riportato in Appendice all'elaborato.

## 4.2. La fase di *Implementazione*: la creazione dell'ontologia in *Swoop*

Premettendo che la fase di *Integrazione* è stata in questa sede trascurata, poiché non esistevano ontologie precedenti che illustrassero il dominio che si voleva rappresentare nell'ontologia, si passerà ora all'illustrazione della fase di *Implementazione*.

Durante tale fase sono stati utilizzati i software *Protégé* e *Swoop* per codificare l'ontologia *Strumenti-Musicali*.

*Protégé* è stato usato soprattutto nelle fasi iniziali, in quanto più semplice per un novizio delle ontologie. La piattaforma si presenta infatti più intuitiva rispetto a quella del tool *Swoop*, con un'interfaccia grafica impostata in modo funzionale. Ciononostante *Swoop* consente di impostare l'ontologia esattamente come *Protégé*, fornendo un'interfaccia più accattivante per chi abbia già la conoscenza di base del linguaggio OWL nonché la capacità necessaria di organizzare l'ontologia.

File ottenuti mediante l'utilizzo dell'uno o dell'altro software sono in ogni caso compatibili.

Come detto precedentemente, l'ontologia *Strumenti-Musicali* è stata creata utilizzando il formalismo OWL-Lite, dato che essa non ha bisogno di una elevata espressività sintattica.

Nel momento in cui si va a creare una nuova ontologia in *Swoop*, una finestra pop up consente di inserire alcune informazioni di base sul progetto che si sta realizzando.

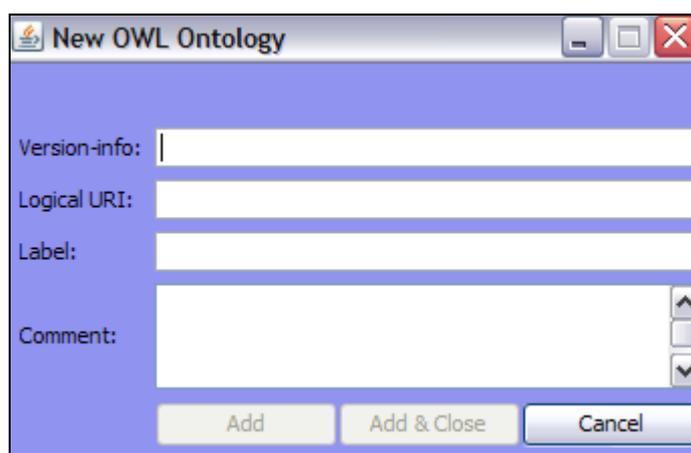


Figura 3: Finestra pop up al momento della creazione di una nuova ontologia in *Swoop*

Il codice del documento RDF presenta una sezione iniziale nella quale appaiono le informazioni che vengono inserite tramite tale finestra:

```

<!-- Ontology Information -->
  <owl:Ontology rdf:about="">
    <rdfs:comment xml:lang="en">Author: Rossella Tozzi</rdfs:comment>
    <rdfs:comment xml:lang="it">Autore: Rossella Tozzi</rdfs:comment>
    <rdfs:comment xml:lang="en">Classification of musical instruments most
    used by orchestras and bands</rdfs:comment>
    <rdfs:comment xml:lang="it">Classificazione degli strumenti musicali più
    utilizzati in orchestre e bande</rdfs:comment>
    <rdfs:label xml:lang="en">Musical Instruments</rdfs:label>
    <rdfs:label xml:lang="it">Strumenti Musicali</rdfs:label>
    <owl:versionInfo xml:lang="en">Version 1.0, 2010.02.25</owl:versionInfo>
    <owl:versionInfo xml:lang="it">Versione 1.0, 25.02.2010</owl:versionInfo>
  </owl:Ontology>

```

La prima informazione inserita riguarda la versione dell'ontologia, presente nel codice con il costrutto *owl:versionInfo*. Essendo questa la prima versione dell'ontologia *Strumenti-Musicali* si è deciso di utilizzare la classica dicitura “Versione 1.0”, con l’aggiunta della data di creazione (data di completamento dell’ontologia).

La seconda è un’informazione fondamentale per l’ontologia, ossia il suo *Logical URI*; si tratta di un link di riferimento che di fatto è pensato per essere il nome di una specifica ontologia.

Nel caso presentato si è scelto “<http://www.owl-ontologies.com/Strumenti-Musicali.owl>” come *Logical URI*.

L’informazione *Comment* può essere allegata a ogni entità dell’ontologia a illustrazione delle relative caratteristiche, ma anche a spiegazione del titolo dell’ontologia stessa. Di fatto il costrutto *rdfs:comment* è un’istanza di *rdf:Property* che può essere usata per fornire una descrizione in linguaggio naturale di una risorsa.

Una tripla della forma:

R *rdfs:comment* L

afferma che L è la descrizione in linguaggio naturale di R.

In questa fase si è utilizzato il costrutto *rdfs:comment* per definire il dominio di interesse dell’ontologia, ossia la “Classificazione degli strumenti musicali più utilizzati in orchestre e bande”.

Infine, per quanto concerne l’informazione *Label*, si tratta solamente di “etichette” che vanno assegnate alle varie entità (e dunque anche al titolo dell’ontologia) per chiarire il termine che l’entità in questione descrive.

Il costrutto `rdfs:label` è un'istanza di `rdf:Property` che può essere usato per fornire una versione in linguaggio naturale del nome di una risorsa.

Una tripla della forma:

R `rdfs:label` L

indica che L è l'etichetta in linguaggio naturale per R.

Il costrutto `rdfs:label` è stato utilizzato anche per effettuare la traduzione di tutte le informazioni. Esso, infatti, consente un'ulteriore specifica (`xml:lang="en"`), pensata appositamente per la necessità di tradurre il progetto in più lingue.<sup>2</sup>

La nostra lingua di riferimento è rimasta sempre l'italiano, ma ogni entità dell'ontologia è stata riportata anche nella sua traduzione in lingua inglese. In ogni caso la scelta della lingua di traduzione è possibile anche fra molte altre, non solo limitatamente all'inglese.

Una volta inserite le informazioni di base, tenendo presente che esse possono sempre essere modificate e/o eliminate, l'ontologia nuova si presenta vuota, a eccezione di due classi predefinite: `owl:Thing` e `owl:Nothing`. L'estensione della prima rappresenta il gruppo di tutti gli individui, mentre quella della seconda è un gruppo vuoto. Conseguentemente la macroclasse *Thing* è quella dalla quale vengono derivate tutte le altre classi, vale a dire che ogni classe sarà una sottoclasse della classe padre *Thing*.

Una volta completata questa fase, il primo compito da svolgere è stato creare le macroclassi di partenza. Ragionando sul Glossario di Termini precedentemente creato, è stato semplice notare che esso era formato principalmente da tre categorie:

- tipologie di strumenti;
- accessori necessari per suonare gli strumenti (ad esempio l'archetto, il bocchino...);
- parti costituenti gli strumenti, che caratterizzano lo strumento come appartenente a una determinata classe.

A questo punto si è dovuta operare una distinzione fra classi, individui e proprietà per poter iniziare a implementare l'ontologia.

Sono state inserite dunque tre macroclassi nell'ontologia, sottoclassi solamente della classe *Thing*. Si tratta delle classi *Accessori*, *PartiCostituenti* e *Strumenti*. Ognuna di esse conterrà classi e/o individui a seconda della sfera di interesse.

---

<sup>2</sup> Si noti che tale specifica è consentita per tutti i costrutti descritti in questa fase.

La classe *accessori* non contiene alcuna classe, bensì otto individui: *AnciaDoppia*, *AnciaLibera*, *AnciaSemplice*, *Archetto*, *Bacchette*, *Bocchino*, *Mani*, *Plettro*. Questi sono gli accessori fondamentali per suonare rispettivamente alcuni strumenti aerofoni (ancia libera), strumenti ad ancia o clarinetti (ancia semplice, ancia doppia), strumenti ad arco (archetto, mani), idiofoni e membranofoni (bacchette), trombe o strumenti a bocchino (bocchino), e ancora altri cordofoni (plettro, mani). Le “mani” sono state inserite come accessorio perché da esse dipende la produzione del suono nel caso del “pizzicato” o di altre tipologie di effetti tipiche dei cordofoni; se fosse altrimenti si potrebbe far notare che anche un qualunque strumento si suona a ragion di cose con le mani, ma non è questo l’intento dell’inserimento di tale entità nell’ontologia. Il “plettro” è stato preso in considerazione pensando soprattutto al suo utilizzo con la chitarra o la chitarra basso.

La classe *PartiCostituenti* contiene dodici individui, ma nessuna sottoclasse (come la precedente). Tali entità sono: *CassaArmonica*, *Chiave*, *Corda*, *Coulisse*, *Foro*, *Membrana*, *Pedale*, *Pistone*, *Tastiera*, *TavolaArmonica*, *Tubo*, *Valvola*.

Queste sono le parti costituenti rispettivamente i cordofoni (cassa armonica, corda, pedale, tastiera, tavola armonica), clarinetti e trombe (chiave, coulisse, foro, pistone, tubo, valvola), membranofoni (membrana) e idiofoni (tastiera, pedale).<sup>3</sup>

Il codice generante le classi di cui si è appena discusso viene riportato di seguito:

```
<owl:Class rdf:about="#PartiCostituenti">
  <rdfs:comment xml:lang="en">Forming_Parts</rdfs:comment>
  <rdfs:label xml:lang="en">Forming Parts</rdfs:label>
  <rdfs:label xml:lang="it">Parti Costituenti</rdfs:label>
</owl:Class>
```

Ovviamente nel caso delle classi *Accessori* e *Strumenti* il codice sarà lo stesso, fuorché per la terminologia.

Terminato l’inserimento delle prime tre classi, è iniziata l’implementazione delle successive. Dapprima il compito è stato creare, esattamente come in precedenza, le cinque classi *Aerofoni*, *Cordofoni*, *Elettrofoni*, *Idiofoni* e *Membranofoni*. Tali classi sono evidentemente sottoclassi della macroclasse *Strumenti* descritta in precedenza.

---

<sup>3</sup> Si precisa che tutte le indicazioni qui riportate sono limitate agli strumenti inseriti come esempio nell’ontologia *Strumenti-Musicali*.

Si passerà a spiegare il codice relativo alla classe *Aerofoni*, che va inteso in modo identico anche per le altre quattro classi (eccetto ovviamente per la denominazione).

```
<owl:Class rdf:about="#Aerofoni">
  <rdfs:comment xml:lang="en">Musical instrument which produces sound
  through the vibration of an air-stream introduced by bellows or by the
  performer's breath.</rdfs:comment>
  <rdfs:comment xml:lang="it">Strumento musicale che produce il suono
  attraverso la messa in vibrazione di una colonna d'aria introdotta da un
  mantice o dalla pressione del fiato del suonatore.</rdfs:comment>
  <rdfs:label xml:lang="it">Aerofoni</rdfs:label>
  <rdfs:label xml:lang="en">Aerophones</rdfs:label>
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Class rdf:about="#Strumenti"/>
  </rdfs:subClassOf>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:about="#Cordofoni"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:about="#Elettrofoni"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:about="#Idiofoni"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:about="#Membranofoni"/>
  </owl:disjointWith>
</owl:Class>
```

Una volta scelta l'etichetta per la classe (sempre in entrambe le lingue italiano e inglese), viene specificato automaticamente che quella nuova è sottoclasse della classe padre *Strumenti*.

L'unica aggiunta che si è deciso di apportare è quella di "dividere" le classi *sorelle* utilizzando il costrutto *owl:disjointWith*, che consente di applicare una funzione di disgiunzione fra le classi. A questo punto membri di due classi fra loro disgiunte non

potranno essere contemporaneamente membri di entrambe le classi. Il costrutto è stato logicamente applicato a tutte e cinque le classi dello stesso livello.

La fase successiva ha richiesto un'ulteriore semplificazione del *Sistema Hornbostel - Sachs*: le distinzioni minuziose apportate dalle successive sottoclassificazioni non erano necessarie nel merito dell'ontologia che si stava sviluppando. Di conseguenza la ramificazione delle classi è stata modificata come illustrato in figura 4.

Tutte le classi *sorelle* sono state rese fra loro disgiunte e si sono utilizzate le *label* per consentirne l'etichettatura in lingua italiana e inglese.

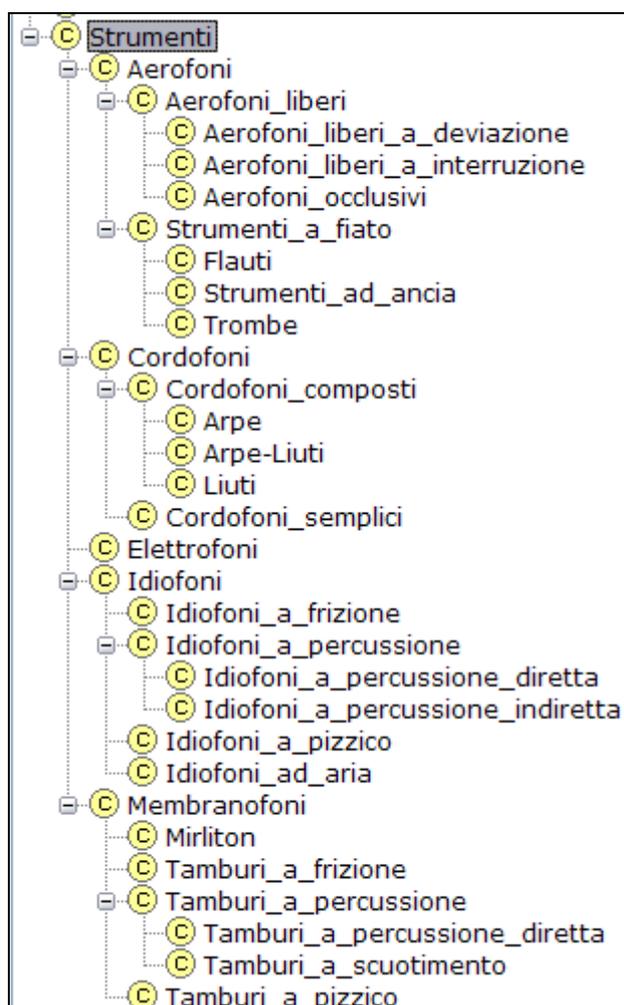


Figura 4: Gerarchia della macroclasse *Strumenti* nell'ontologia *Strumenti-Musicali*

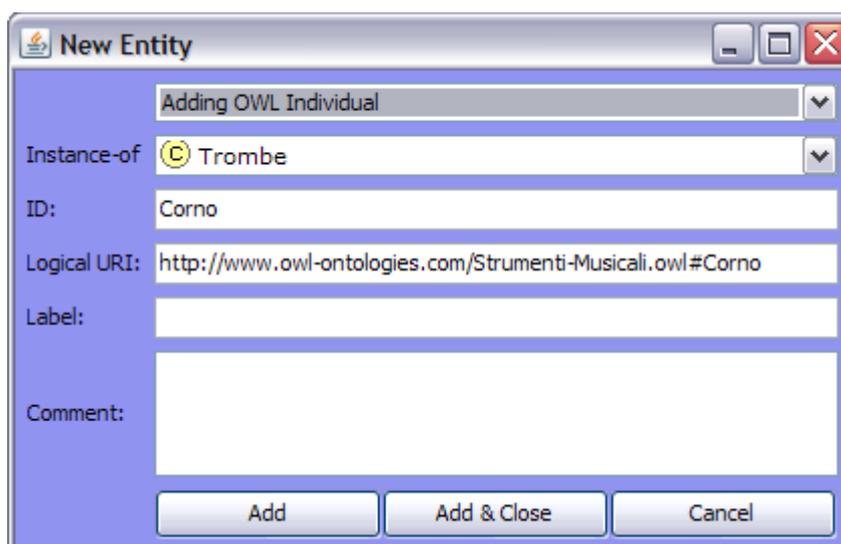
Una volta creata la classe *Strumenti*, con tutte le sue sottoclassi, il passo successivo è stato inserire gli individui all'interno di esse.

Chiaramente le istanze da prendere in considerazione erano gli strumenti musicali veri e propri. Si è dovuta però operare un'accurata cernita fra essi: l'ontologia *Strumenti-*

*Musicali*, infatti, prende in considerazione i principali strumenti suonati nelle orchestre (e nelle bande).

Si passerà ora a spiegare il procedimento per inserire un individuo nell'ontologia, prendendo ad esempio il caso del corno.

Anche quando si va a creare un'istanza, il tool *Swoop* facilita notevolmente il lavoro fornendo una nuova finestra pop up.



**Figura 5: Finestra pop up al momento della creazione di un individuo**

Come si può notare, nella finestra si possono selezionare rapidamente le caratteristiche del nuovo elemento che stiamo inserendo nell'ontologia.

Prima di tutto si può scegliere la classe alla quale la nuova istanza appartiene (nell'esempio alla classe *Trombe*); si passa poi alla digitazione dell'*ID* dell'elemento, che viene digitato in automatico anche nel *Logical URI* di pertinenza (ogni elemento e ogni classe dell'ontologia ha il proprio). Per quanto riguarda l'inserimento di *Labels* e *Comments* si è preferito posticiparlo a una fase successiva per effettuarlo in entrambe le lingue (italiano e inglese) contemporaneamente.

Una volta effettuata questa operazione con tutti gli strumenti musicali che sono stati presi in considerazione per l'ontologia, essa si è finalmente riempita degli elementi fondamentali. Gli strumenti appartenenti a una stessa classe sono resi automaticamente tutti membri distinti gli uni dagli altri.

Di seguito viene presentato l'elenco di tutti gli strumenti inseriti nell'ontologia, raggruppati per classe di appartenenza:

*Flauti*: Flauto dolce, Flauto traverso, Ottavino.

*Strumenti\_ad\_ancia*: Clarinetto, Clarinetto basso, Clarinetto piccolo, Controfagotto, Corno inglese, Fagotto, Oboe, Oboe d'amore, Sassofono baritono, Sassofono contralto, Sassofono soprano, Sassofono tenore.

*Trombe*: Cornetta, Corno, Euphonium, Flicorno soprano, Tromba, Tromba bassa, Tromba piccola, Trombone, Trombone basso, Trombone contrabbasso, Tuba.

*Cordofoni\_semplici*: Pianoforte

*Arpe*: Arpa

*Liuti*: Chitarra basso, Chitarra classica, Chitarra elettrica, Contrabbasso, Viola, Violino, Violoncello.

*Idiofoni\_a\_percussione\_diretta*: Celesta, Glockenspiel, Grancassa, Piatti, Rullante, Triangolo, Vibrafono, Xilofono.

*Membranofoni\_a\_percussione\_diretta*: Timpani.

L'ontologia così ottenuta è un'ottima tassonomia degli strumenti più noti; tuttavia manca ancora la terza componente fondamentale delle ontologie, ossia le proprietà.

Per decidere quali caratteristiche rappresentare tramite le proprietà, bisogna prendere in considerazione quelle che determinano l'appartenenza di uno strumento a una classe rispetto che a un'altra. Ecco spiegata dunque la precedente creazione delle classi *PartiCostituenti* e *Accessori*, le quali divengono a questo punto del procedimento fondamentali per definire le proprietà.

La prima proprietà inserita è "costituitoDa", una *Object Property*. Come spiegato precedentemente questo tipo di proprietà mette in relazione individui che appartengono a un *domain* con individui facenti parte di un *range* (vedi par. 3.1).

La relazione costituitoDa avrà come *domain* la classe *Strumenti* e come *range* la classe *PartiCostituenti*, vale a dire che la proprietà va a stabilire per ogni strumento musicale istanza della classe *Strumenti* quali sono le sue parti costituenti, individui a loro volta della classe *PartiCostituenti*.

Il codice relativo alla suddetta proprietà, ed esemplificativo anche per la successiva, è il seguente:

```
<owl:ObjectProperty rdf:about="#costituitoDa">
  <rdfs:domain>
    <owl:Class rdf:about="#Strumenti"/>
  </rdfs:domain>
  <rdfs:comment xml:lang="it">costituitoDa</rdfs:comment>
  <rdfs:label xml:lang="en">formedBy</rdfs:label>
  <rdfs:range>
    <owl:Class rdf:about="#PartiCostituenti"/>
  </rdfs:range>
</owl:ObjectProperty>
```

Come si può notare sono evidenti le dichiarazioni di *domain* e *range* e sono presenti, come usualmente, le indicazioni di etichettatura in italiano e inglese.

La seconda *Object Property* inserita è “*sisuonaCon*”, che al pari della precedente avrà come *domain* la classe *Strumenti*, mentre avrà come *range* la classe *Accessori*.

Si è poi passati alla descrizione dell'altra tipologia di proprietà, le *Datatype Properties* (vedi par. 3.1). Sono state inserite due proprietà di questo tipo nell'ontologia: le proprietà “*haPistoni*” e “*haCorde*”. Esse sono destinate a descrivere rispettivamente il numero di pistoni e di corde presenti in determinati strumenti. Per fare ciò si è deciso di scegliere come tipologia di dato di riferimento l'*integer*, valido per descrivere dei numeri interi.

La relazione *haCorde* è descritta dal seguente codice:

```
<owl:DatatypeProperty rdf:about="#haCorde">
  <rdfs:domain>
    <owl:Class rdf:about="#Cordofoni"/>
  </rdfs:domain>
  <rdfs:label xml:lang="it">haCorde</rdfs:label>
  <rdfs:label xml:lang="en">hasStrings</rdfs:label>
  <rdfs:range>
    <rdfs:Datatype rdf:about="&xsd:int"/>
  </rdfs:range>
</owl:DatatypeProperty>
```

```
</rdfs:range>
</owl:DatatypeProperty>
```

Si nota immediatamente che il *domain* della proprietà è la classe *Cordofoni* (gli strumenti forniti di corde), mentre il suo *range* è un dato di tipo *integer* che sarà settato manualmente per ogni elemento dell'ontologia.

Prendendo ad esempio l'arpa, essa ha tipicamente 46 o 47 corde; ecco come la proprietà appare nel codice relativo a questo strumento, a titolo d'esempio anche per gli altri cordofoni:

```
<Strumenti-Musicali:haCorde rdf:datatype="&xsd;int">46</Strumenti-Musicali:haCorde>
<Strumenti-Musicali:haCorde rdf:datatype="&xsd;int">47</Strumenti-Musicali:haCorde>
```

La proprietà *haPistoni* è descritta in modo identico alla precedente, con i dovuti cambiamenti nelle denominazioni e nel *domain* (rappresentato dalla classe *Trombe*, gli strumenti provvisti di pistoni).

Come esempio esaustivo e conclusivo in merito alle proprietà, si inserirà di seguito il codice relativo al corno:

```
<Strumenti-Musicali:Trombe rdf:about="#Corno">
  <Strumenti-Musicali:costituitoDa>
    <Strumenti-Musicali:PartiCostituenti rdf:about="#Pistone"/>
  </Strumenti-Musicali:costituitoDa>
  <Strumenti-Musicali:costituitoDa>
    <Strumenti-Musicali:PartiCostituenti rdf:about="#Tubo"/>
  </Strumenti-Musicali:costituitoDa>
  <Strumenti-Musicali:costituitoDa>
    <Strumenti-Musicali:PartiCostituenti rdf:about="#Valvola"/>
  </Strumenti-Musicali:costituitoDa>
  <Strumenti-Musicali:haPistoni rdf:datatype="&xsd;int">3</Strumenti-
Musicali:haPistoni>
  <Strumenti-Musicali:sisuonaCon>
    <Strumenti-Musicali:Accessori rdf:about="#Bocchino"/>
  </Strumenti-Musicali:sisuonaCon>
  <rdf:type rdf:resource="&owl;Thing"/>
```

```

<rdfs:label xml:lang="it">Corno</rdfs:label>
<rdfs:label xml:lang="en">French Horn</rdfs:label>
</Strumenti-Musicali:Trombe>

```

A questo punto la creazione dell'ontologia vera e propria può considerarsi conclusa. La fase successiva è stata dedicata all'accrescimento della sua potenzialità espressiva, sfruttando soprattutto l'inserimento di *comments* e *labels*.

Ogni classe dell'ontologia è stata dovutamente spiegata con l'inserimento di un commento in lingua italiana e inglese, che permette di illustrare le caratteristiche della classe in questione.

Se prediamo ad esempio la classe *Strumenti\_ad\_ancia*, essa è descritta in questo modo:

```

<owl:Class rdf:about="#Strumenti_ad_ancia">
  <rdfs:comment xml:lang="it">Strumento a fiato dotato di un'ancia che
  induce la vibrazione nella cavità. Tali strumenti possono essere ad
  ancia semplice o doppia.</rdfs:comment>
  <rdfs:comment xml:lang="en">Wind instrument provided with a reed which
  induces the vibration into the cavity. These instruments can have a
  simple reed or a double reed.</rdfs:comment>
  <rdfs:label xml:lang="en">Reed Instruments</rdfs:label>
  <rdfs:label xml:lang="it">Strumenti ad ancia</rdfs:label>
  [...]

```

Ogni classe dell'ontologia ha quindi una denominazione e un commento, sia in italiano che inglese.

Questo tipo di inserimento è stato effettuato anche per gli individui delle classi *Accessori* e *PartiCostituenti*, in quanto anch'essi necessitano di una spiegazione in linguaggio naturale. Prendendo come esempio il "bocchino", questa è la sua illustrazione tramite *comments* e *labels*:

```

<Strumenti-Musicali:Accessori rdf:about="#Bocchino">
  <rdfs:comment xml:lang="en">Part of the wind instrument which is in direct touch
  with the lips. The sound is generated by the vibration of both lips on the
  mouthpiece and, for this reason, brass and other instruments generating sound
  through the lips vibration are defined also as labial reed instruments. The
  mouthpiece acts as a resonator box, that is it passes the lips vibration to the

```

```

air-stream, thus generating the stationary wave which is later amplified by the
instrument.</rdfs:comment>
<rdfs:comment xml:lang="it">Parte degli strumenti a fiato che viene a contatto
diretto con le labbra. Il suono viene generato per vibrazione di entrambe le
labbra sul bocchino e, per questo motivo, gli ottoni e gli altri strumenti il
cui suono viene generato per vibrazione delle labbra vengono definiti anche
strumenti ad ancia labiale. Il bocchino funge da risonatore, ossia passa la
vibrazione delle labbra alla colonna d'aria, generando l'onda stazionaria che è
poi amplificata dallo strumento.</rdfs:comment>
<rdfs:label xml:lang="it">Bocchino</rdfs:label>
<rdfs:label xml:lang="en">Mouthpiece</rdfs:label>
</Strumenti-Musicali:Accessori>

```

Termina così l'illustrazione del procedimento di creazione dell'ontologia *Strumenti-Musicali*. Nel seguente paragrafo verrà invece trattato l'approfondimento relativo alla classe *Strumenti\_a\_fiato*.

### 4.3. Approfondimento della classe *Strumenti\_a\_fiato*

La classe *Strumenti\_a\_fiato* è stata successivamente approfondita a titolo esemplificativo per ampliare la portata dell'ontologia e sfruttarne le capacità.

Si è scelto di effettuare l'approfondimento su questa classe sia per la sua corposità in termini di individui, sia per le conoscenze pregresse approfondite da parte dello sviluppatore su di essa.

Per poter eseguire questo lavoro sono state prese in considerazione ulteriori particolarità degli strumenti a fiato. Innanzitutto si è deciso di inserire alcune importanti informazioni in merito ai vari individui:

- il nome dello strumentista che suona uno strumento (cornista, flautista...);
- il materiale che compone lo strumento (ottone, legno...);
- la chiave dello strumento (C, Bb...);
- la chiave di lettura dello strumento (Violino, Basso...);
- l'estensione dello strumento (ossia il range di note effettuabili);
- l'estensione *reale* dello strumento (nel caso di strumenti traspositori);
- il numero di chiavi e di fori dei *flauti* e degli *strumenti ad ancia*.<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup> Si precisa che non è stato preso in considerazione il numero di pistoni delle *Trombe* poiché l'argomento è già stato trattato precedentemente.

Sono stati effettuati anche degli approfondimenti sulle parti che costituiscono gli strumenti a fiato, ponendo un accento maggiore sulla conformazione dello strumento (e non più solamente sul fatto che esso sia costituito da un tubo nel quale risuona l'aria in esso contenuta).

Per aggiungere il nome dei vari esecutori si è deciso di inserire una nuova classe *Strumentisti*, allo stesso livello delle tre classi principali, nella quale inserire delle istanze relative agli individui della classe *Strumenti\_a\_fiato*.

Tali istanze sono: clarinettista, cornista, eufonista, fagottista, flautista, oboista, sassofonista, trombettista, trombonista, tubista.

Prendendo ad esempio l'istanza "cornista" il documento RDF presenta il seguente codice:

```
<Strumenti-Musicali:Strumentisti rdf:about="#Cornista">
  <rdfs:comment xml:lang="en">Person who plays the horn</rdfs:comment>
  <rdfs:comment xml:lang="it">Persona che suona il corno</rdfs:comment>
  <rdfs:label xml:lang="it">Cornista</rdfs:label>
  <rdfs:label xml:lang="en">Horn Player</rdfs:label>
</Strumenti-Musicali:Strumentisti>
```

Si può notare la presenza delle due *labels* e dei due *comments* nelle due lingue, che utilizzano i costrutti illustrati precedentemente (vedi par. 4.2).

Una volta eseguita questa operazione, il passo successivo ha richiesto la creazione della *object property* "suonatoDa", che mette in relazione la classe *Strumenti\_a\_fiato*<sup>5</sup> (domain) con la classe *Strumentisti* (range). In tal modo ogni strumento a fiato è stato messo in relazione con l'esecutore che si occupa di suonarlo.

In modo da rendere tale proprietà più logica si è pensato anche di inserire la sua inversa "suonaStrumento", che ovviamente avrà invertiti *range* e *domain*.

Il tool *Swoop* consente l'aggiunta di proprietà inverse in modo rapido ed efficiente, fornendo anche dei suggerimenti laddove le proprietà non siano ancora state applicate alle determinate istanze.

---

<sup>5</sup> Si fa notare che il *domain* da qui in poi è stato ristretto al solo campo degli strumenti a fiato perché è su di essi che verte l'approfondimento.



Figura 6: Suggerimento di utilizzo di proprietà che si presenta nel software Swoop

Il codice qui proposto funge da esempio per ogni strumento; la prima parte è relativa al corno:

```
<Strumenti-Musicali:suonatoDa>
  <Strumenti-Musicali:Strumentisti rdf:about="#Cornista">
    <rdf:type rdf:resource="&owl;Thing"/>
  </Strumenti-Musicali:Strumentisti>
</Strumenti-Musicali:suonatoDa>
```

La seconda è relativa al cornista:

```
<Strumenti-Musicali:suonaStrumento>
  <Strumenti-Musicali:Trombe rdf:about="#Corno">
    <rdf:type rdf:resource="&owl;Thing"/>
  </Strumenti-Musicali:Trombe>
</Strumenti-Musicali:suonaStrumento>
```

Si noti come le due proprietà vengano riportate in modo analogo ma invertito.

La seconda aggiunta all'ontologia riguarda i materiali che compongono gli strumenti; non è facile descrivere questa caratteristica, poiché ogni singolo strumento può avere dei particolari che lo differenziano da altri dello stesso tipo (si pensi al caso di clarinetti in cristallo, o flauti in platino...). Si è quindi deciso di prendere in considerazione la conformazione più frequente e diffusa per ogni strumento<sup>6</sup>, tralasciando il fatto che alcuni strumenti abbiano chiavi metalliche (clarinetto, oboe...) poiché non essenziale.

Per ottenere tale fine si è operato in modo analogo al passo precedente, andando a creare una nuova classe *Materiali*, le cui istanze non sono altro che i legni e i metalli più diffusi per la fabbricazione degli strumenti: argento, ottone, acciaio ed ebano.

<sup>6</sup> Questa proprietà è stata applicata solamente agli strumenti più diffusi in orchestra, tralasciando quelli rari.

La proprietà “fattoDi” esprime chiaramente il tipo di relazione che si vuole instaurare fra la classe *Strumenti\_a\_fiato* (domain) e quella *Materiali* (range).

Di seguito è inserito l’esempio dell’effetto ottenuto con l’aggiunta di questa proprietà, sempre prendendo in considerazione il corno:

```
<Strumenti-Musicali:fattoDi>
  <Strumenti-Musicali:Materiali rdf:about="#Ottone"/>
</Strumenti-Musicali:fattoDi>
```

Un’informazione fondamentale che l’ontologia offre sugli strumenti è la loro chiave. Quando si ha a che fare con partiture o parti, tipicamente vi sono riferimenti quali Flauto in Do, Clarinetto in Sib...

Questo tipo di dato è stato facilmente inserito con una proprietà di tipo *datatype*, denominata “strumentoIn” (così da mantenere invariato il linguaggio naturale a cui si è abituati).

Il *domain* della proprietà è ancora una volta la classe *Strumenti\_a\_fiato*, mentre il suo *range* è inseribile tramite il dato primitivo di tipo *string*.

L’unica aggiunta rispetto alle proprietà *datatype* precedenti è stato l’inserimento delle opzioni accettabili quando si va a selezionare la stringa di caratteri da inserire.

Le chiavi degli strumenti che sono stati presi in considerazione sono Bb (Sib), C (Do), A (La), F (Fa) ed Eb (Mib); sono solamente questi cinque i valori consentiti dalla proprietà *strumentoIn*.

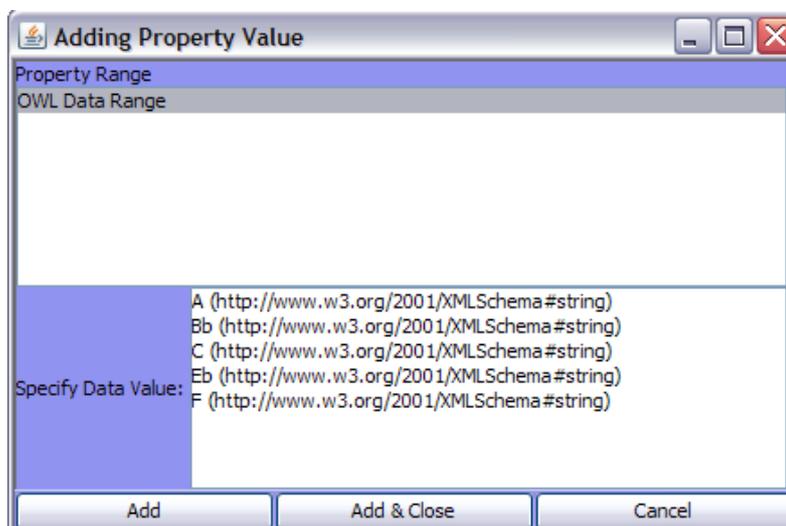


Figura 7: Finestra pop up con valori selezionabili per la *Datatype Property* *strumentoIn*

La proprietà successiva è stata realizzata ancor più rapidamente delle due precedenti, ma con il medesimo procedimento. Dato che si voleva rappresentare la chiave di lettura degli strumenti, la nuova proprietà è stata denominata “leggeIn”; essa ha come *domain* la classe *Strumenti\_a\_fiato* e come *range* ancora una volta un dato di tipo *string*. Anche in questo caso la scelta è stata limitata, questa volta a due sole possibilità: la chiave di violino (Treble\_Clef) e la chiave di basso (Bass\_Clef).

Il codice nel caso esempio del corno risulta simile alle proprietà *datatype* viste al paragrafo precedente: una volta stabilita la denominazione della proprietà, viene aggiunto solo il tipo di dato primitivo, seguito dal valore selezionato:

```
<Strumenti-Musicali:strumentoIn rdf:datatype="&xsd:string">F</Strumenti-  
Musicali:strumentoIn>  
<Strumenti-Musicali:leggeIn rdf:datatype="&xsd:string">Treble_Clef</Strumenti-  
Musicali:leggeIn>
```

Un’informazione più complessa da reperire è stata quella relativa alle estensioni di ogni strumento. Per ottenere conoscenza in merito a questo argomento è stata fondamentale la consultazione di un manuale di orchestrazione [6] e dei siti [9] [10].

Innanzitutto occorre spiegare che la maggior parte degli aerofoni sono *strumenti traspositori*, ossia strumenti che producono note reali diverse da quelle che leggono sulla parte. Osservando una partitura per orchestra o banda si può notare che in un passaggio all’unisono gli strumenti traspositori hanno una notazione diversa dagli altri: la stessa nota d’effetto (ad esempio do) viene scritta in Fa, Mib, Sib o in altre posizioni. Inoltre per questi strumenti cambia anche l’armatura di chiave.

Proprio per questo motivo è stato necessario indicare per ogni strumento a fiato non solo la sua estensione, ma anche la sua estensione “reale” nel caso in cui esso sia uno strumento traspositore. In aggiunta sono stati presi in considerazione gli intervalli rispetto alla nota scritta, ossia il tipo d’effetto ottenuto (ad esempio laddove un flauto produce le note così come sono scritte, un clarinetto in Sib produce le note a un intervallo di seconda maggiore sotto rispetto alla partitura che legge). Si tenga presente che il Do centrale, ossia quello a 261.6 Hz, è segnalato come C4.

Viene proposta di seguito una tabella che include le estensioni lette e quelle reali<sup>7</sup> per tutti gli strumenti a fiato presi in considerazione.

---

<sup>7</sup> Sono state prese in considerazione le estensioni tipicamente praticabili.

<b>Strumento</b>	<b>Estensione letta</b>	<b>Estensione reale</b>	<b>Effetto da come scritto</b>	<b>Intervallo in Semitoni</b>
Flauto traverso	C4 – C7	C4 – C7	Come scritto	\
Flauto dolce	C3 – C5	C3 – C5	Come scritto	\
Ottavino	D4 – C7	D5 – C8	Ottava giusta sopra	+12
Clarinetto	E3 – F6	D3 – Eb6	Seconda maggiore sotto	-2
Clarinetto piccolo	E3 – F6	G3 – G#6	Terza minore sopra	+3
Clarinetto basso	Eb3 – C6	Db2 – Bb5	Nona maggiore sotto	-14
Sassofono soprano	Bb3 – F#6	Ab3 – E6	Seconda maggiore sotto	-2
Sassofono contralto	Bb3 – F#6	Db3 – A5	Sesta maggiore sotto	-9
Sassofono tenore	Bb3 – F#6	Ab2 – E5	Nona maggiore sotto	-14
Sassofono baritono	A3 – F#6	C1 – A4	Ottava + Sesta maggiore sotto	-21
Fagotto	Bb1 – D5	Bb1 – D5	Come scritto	\
Controfagotto	Bb1 – Bb4	Bb0 – Bb3	Ottava giusta sotto	-12
Oboe	Bb3 – G6	Bb3 – G6	Come scritto	\
Corno inglese	B3 – F6	E3 – Bb5	Quinta giusta sotto	-7
Oboe d'amore	Bb3 – G6	G3 – E6	Terza minore sotto	-3
Tromba	F#3 – D6	E3 – C6	Seconda maggiore sotto	-2
Cornetta	F#3 – D6	E3 – C6	Seconda maggiore sotto	-2
Flicorno soprano	F#3 – D6	E3 – C6	Seconda maggiore sotto	-2
Tromba bassa	F#3 – D6	F#2 – D5	Ottava giusta sotto	-12
Tromba piccola	Db3 – A5	B3 – G6	Settima minore sopra	+10
Trombone	C2 – C5	C2 – C5	Come scritto	\
Trombone basso	C2 – Gb4	C2 – Gb4	Come scritto	\
Trombone contrabbasso	A0 – C3	A0 – C3	Come scritto	\
Corno	G2 – C6	C2 – F6	Quinta giusta sotto	-7
Euphonium	F1 – E5	F1 – E5	Come scritto	\
Tuba	C1 – C4	C1 – C4	Come scritto	\

**Tabella 1: Estensioni lette e reali degli strumenti a fiato**

All'interno dell'ontologia le due estensioni sono state messe facilmente utilizzando ancora una volta delle *datatype properties*, ma senza aggiungere restrizioni nel campo di scelta.

In questo modo le nuove proprietà “estensioneLetta” ed “estensioneReale” sono state associate al dato primitivo di tipo *string*. Ovviamente esse avranno come *domain* la classe *Strumenti\_a\_fiato* e come *range* il valore di stringa associato a ogni strumento.

Sono state segnalate le estensioni sia con la dicitura delle note americana (A – G) sia con quella italiana (Do – Si). Inoltre per la proprietà *estensioneReale* sono stati inseriti anche il valore relativo all'intervallo d'effetto e quello che indica i semitoni di differenza nell'estensione reale.

Uno strumento nell'ontologia, a questo punto, ha un codice nel documento RDF che si presenta simile a quello riportato d'esempio in Fig.8, relativo al corno.

```
Datatype Assertions:  
P leggeIn : "Treble_Clef"^^<xsd:string>  
P estensioneLetta : "G2 - C6"@en  
P estensioneLetta : "Sol2 - Do6"@it  
P strumentoIn : "F"^^<xsd:string>  
P estensioneReale : "P5 lower"@en  
P estensioneReale : "Quinta giusta sotto"@it  
P estensioneReale : "-7 semitones"^^<xsd:string>  
P estensioneReale : "C2 - F6"@en  
P estensioneReale : "Do2 - Fa6"@it  
P haPistoni : "3"^^<xsd:int>
```

Figura 8: *Datatype Properties* relative allo strumento corno in *Swoop*

Una volta completato questo passaggio è sembrato logico inserire un'ulteriore proprietà finalizzata a indicare se gli strumenti sono traspositori o no. Per fare ciò si è utilizzato ancora una volta lo strumento di creazione di *datatype properties*, solo che è stata sfruttata la tipologia di dato *boolean*. La nuova proprietà è stata denominata “strumentoTraspositore” e si limita a informare se lo strumento emette le note che legge o se ha un'estensione reale differente rispetto a quella scritta sulla parte.

Nel codice del documento RDF uno strumento traspositore ha come valore “true”, uno non traspositore (come il flauto traverso nell'esempio) “false”:

```
<Strumenti-Musicali:strumentoTraspositore rdf:datatype="&xsd:boolean">false</Strumenti-Musicali:strumentoTraspositore>
```

L'ultima caratteristica da inserire riguarda il numero di fori e di chiavi degli strumenti ad ancia e dei flauti. Questo tipo di informazione è simile a quelle relative al numero di pistoni degli ottoni e di corde dei cordofoni, descritte dalle proprietà *haPistoni* e *haCorde*. Ci si limita dunque a fornire il nome delle nuove proprietà, ossia "haFori" e "haChiavi", entrambe con la classe *Strumenti\_a\_fiato* come *domain* e un valore di tipo *int* come *range*. Il codice si presenterà tipicamente come nell'esempio riportato, relativo al flauto traverso:

```
<Strumenti-Musicali:haChiavi rdf:datatype="&xsd:int">16</Strumenti-Musicali:haChiavi>  
<Strumenti-Musicali:haFori rdf:datatype="&xsd:int">13</Strumenti-Musicali:haFori>
```

Il valore numerico indica rispettivamente il numero di chiavi e il numero di fori dello strumento.

Per l'ultimo approfondimento sono state prese in considerazione le parti che costituiscono gli strumenti a fiato, tralasciando la distinzione generale già effettuata (vedi par. 4.2).

Per non vanificare quanto fatto in precedenza è stata creata una nuova classe *PartiCostituenti\_Aerofoni*, sottoclasse della classe *PartiCostituenti*.

In essa sono state inserite delle istanze nuove, ossia le parti che compongono gli strumenti a fiato più nel dettaglio. Gli elementi aggiunti sono:

- per la categoria dei flauti: testata, corpo centrale e trombino (o piede);
- per la categoria dei clarinetti: bocchino con ancia, barilotto, corpo superiore, corpo inferiore, campana;
- per la categoria dei sassofoni: bocchino con ancia, collo, corpo;
- per la categoria degli oboi: ancia doppia, tubicino (solo per corno inglese), pezzo superiore, corpo, campana bombata;
- per la categoria dei fagotti: tubicino ritorto, ancia doppia, corpo unico ripiegato (controfagotto), piede (o giunto doppio), corpo centrale (o giunto basso), campana, giunto tenore;
- Per la categoria degli ottoni: bocchino, corpo, coulisse (per i tromboni).

Una volta stabilite le istanze da inserire nella nuova sottoclasse, si è scelta la denominazione per la proprietà di tipo *object*. Visto l'argomento si è pensato di definirla "divisoIn" (proprio perché si stanno elencando le parti in cui gli strumenti sono suddivisi).

Essa ha come *domain* la classe *Strumenti\_a\_fiato* e come *range* la nuova classe *PartiCostituenti\_Aerofoni*.

Ancora una volta viene riportato il codice del documento RDF per far notare l'applicazione della proprietà allo strumento d'esempio, il flauto traverso:

```
<Strumenti-Musicali:divisoIn>
  <Strumenti-Musicali:PartiCostituenti_Aerofoni
    rdf:about="#Corpo_Centrale_Flauto"/>
</Strumenti-Musicali:divisoIn>
<Strumenti-Musicali:divisoIn>
  <Strumenti-Musicali:PartiCostituenti_Aerofoni rdf:about="#Testata"/>
</Strumenti-Musicali:divisoIn>
<Strumenti-Musicali:divisoIn>
  <Strumenti-Musicali:PartiCostituenti_Aerofoni rdf:about="#Trombino"/>
</Strumenti-Musicali:divisoIn>
```

Si può notare che vengono elencate le tre parti in cui è diviso lo strumento, ossia la testata, il trombino e il corpo centrale.

Termina così l'approfondimento sulla classe *Aerofoni*.

## 5. CONCLUSIONI

La creazione dell'ontologia *Strumenti-Musicali* è stata portata a termine seguendo le fasi di sviluppo suggerite dalla *Methontology*, un metodo strutturato finalizzato alla costruzione di ontologie e suddiviso in varie fasi: *Specifica*, *Acquisizione di conoscenza*, *Concettualizzazione*, *Integrazione*, *Implementazione*, *Valutazione* e *Documentazione*.

Alcune di tali fasi sono state omesse durante la creazione dell'ontologia, non essendo esse fondamentali per gli obiettivi preposti; in questo elaborato sono state omesse le fasi di *Specifica*, *Integrazione* e *Valutazione*.

La fase di *Concettualizzazione* è stata affrontata portando a compimento la creazione di un Glossario di Termini (GT) che è servito come base per l'organizzazione dell'ontologia vera e propria. Esso contiene *tutti* i domini di conoscenza utili e i loro significati; in questo caso si tratta di un'elencazione di tutti i termini riguardanti il dominio degli strumenti musicali, tenendo in considerazione il *Sistema Hornbostel – Sachs* e la sua suddivisione in cinque macroclassi: idiofoni, aerofoni, cordofoni, membranofoni ed elettrofoni.

La fase di *Implementazione* ha visto la realizzazione dell'ontologia *Strumenti-Musicali* in linguaggio OWL. Per ottenere tale risultato si sono utilizzati i software di codifica *Protégé* e *Swoop*. L'ontologia codificata in linguaggio formale è il risultato di questa fase. L'ontologia è stata organizzata seguendo i dettami del Glossario di Termini ed è stata tradotta anche in lingua inglese.

Per quanto riguarda la *Documentazione*, essa è un'attività che è stata portata avanti durante l'intero processo di sviluppo dell'ontologia; quelli che normalmente sarebbero dei differenti documenti riguardanti le singole fasi, sono riuniti nel presente elaborato.

A conclusione del lavoro si può confermare la corrispondenza dei risultati con gli obiettivi iniziali: l'ontologia in linguaggio OWL è un primo tentativo di rappresentare una classificazione degli strumenti in linguaggio informatico, partendo tuttavia dai ben noti sistemi cartacei di inizio secolo.

In secondo luogo da questo lavoro si potrà partire in futuro per cercare di ampliare quanto fatto finora. Innanzitutto un'ontologia è una risorsa facilmente accessibile a tutti: una volta inserita nei database mondiali, essa potrebbe essere utilizzata e completata anche da terzi, che sarebbero facilitati dalla traduzione in lingua inglese. L'arricchimento dell'ontologia potrebbe partire dall'inserimento delle proprietà relative alle classi *Cordofoni*, *Membranofoni*, *Idiofoni* ed *Elettrofoni*, tralasciate nel presente elaborato. Un'altra aggiunta

fondamentale riguarda altre istanze (ossia altri strumenti musicali) all'interno delle rispettive classi di appartenenza. L'ontologia, infatti, contiene un numero limitato di esemplari, che sono stati scelti per la loro importanza all'interno delle orchestre sinfoniche e bande; ciò non toglie che esistano moltissimi altri strumenti che andrebbero catalogati nell'ontologia.

Un arricchimento interessante potrebbe prevederne l'uso in database virtuali che contengano non solo l'ontologia, ma anche file multimediali che arricchiscano le informazioni sugli strumenti, ad esempio immagini, file sonori, rimandi a siti internet...

L'ontologia *Strumenti-Musicali* potrebbe essere migliorata e sviluppata anche con finalità più pratiche rispetto alla mera descrizione tassonomica degli strumenti.

Una sua applicazione importante potrebbe derivare dal suo utilizzo in software o applicazioni basate sullo standard IEEE 1599 – 2008. Nell'ambito della descrizione delle partiture è facilmente intuibile che vi sarà un'elencazione degli strumenti musicali in esse presenti. Immaginiamo ad esempio un'opera lirica, nella quale suonino tutti gli strumenti tipici di un'orchestra sinfonica. In questo caso un applicativo basato sullo standard IEEE 1599-2008 consente di seguire le differenti parti dei vari strumenti, scegliendo fra quelle disponibili.

Diventerebbe quindi molto utile utilizzare questa classificazione degli strumenti musicali per assecondare le esigenze del formato, in previsione di ricerche da parte degli utenti e anche nell'eventualità di poter effettuare il riconoscimento automatico degli strumenti.

## **BIBLIOGRAFIA**

- [1] Von Hornbostel, E. M. & Sachs, C. (1961), "Classification of Musical Instruments", *The Galpin Society Journal*, Galpin Society, Vol. 14, (Mar.), pp. 3 - 29  
<<http://www.jstor.org/stable/842168>>
- [2] Sachs, C. (1940), *Storia degli strumenti musicali*, I edizione aggiornata 1996, Cles, Mondadori
- [3] The University of Manchester, Horridge, M. et al. (2004), "A Practical Guide To Building OWL Ontologies Using The Protégé-OWL Plugin and CO-ODE Tools", Manchester, pp. 1-117
- [4] Fernández, M. & Gómez-Pérez, A. & Juristo, N. (1997), "Methontology: From Ontological Art Towards Ontological Engineering", *AAAI Technical Report*, Madrid, SS-97-06, pp. 33-40.
- [5] Leuchtmann, H. et al. (1978), *Terminorum musicae index septem linguis redactus*, 2<sup>nd</sup> edition, Kassel, Basel, Tours, London, Bärenreiter.
- [6] De Paola, A. (2005), *Tecnica dell'orchestrazione per i fiati*, Milano, Ricordi

## **SITOGRAFIA**

*Siti che contengono la descrizione strutturata dei costrutti del linguaggio OWL:*

- [7] OWL Web Ontology Language: <http://www.w3.org/TR/OWL-ref/>
- [8] OWL Web Ontology Language Guide: <http://www.w3.org/TR/owl-guide/>

*Siti contenenti le estensioni dei principali strumenti a fiato:*

- [9] <http://solomonsmusic.net/insrange.htm>
- [10] <http://www.apassion4jazz.net/transposition.html>

## ***APPENDICE***

### **Il Glossario di Termini (GT)**

#### **AEROFONO**

Strumento musicale che produce il suono attraverso la messa in vibrazione di una colonna d'aria introdotta da un mantice o dalla pressione del fiato del suonatore.

#### **AEROFONO LIBERO**

Aerofono nel quale l'aria non è contenuta dallo strumento stesso. Tali strumenti possono essere liberi a deviazione o liberi a interruzione.

Sono aerofoni liberi gli strumenti ad ancia libera, ad ancia a nastro, ad ancia a concussione e ad ancia a percussione, oppure strumenti nei quali l'agente di interruzione non è un'ancia.

#### **(AEROFONO RISONANTE) STRUMENTO A FIATO**

Aerofono provvisto di una cavità (tubo) nella quale l'aria presente viene fatta vibrare. In tali strumenti la frequenza della vibrazione generata (la nota prodotta) dipende principalmente dalle dimensioni della cavità (più piccola è, più la nota è acuta), ma anche dalla presenza di aperture sulle estremità o lungo la cavità, dalla sua forma (cilindrica o conica) e dalla sua sezione. Gli strumenti a fiato si suddividono in flauti, strumenti ad ancia e ottoni.

#### **ANCIA**

Sottile linguetta mobile (di metallo, legno o plastica) posizionata all'imboccatura del tubo sonoro degli aerofoni e la cui vibrazione fa suonare gli strumenti: al passaggio dell'aria, l'ancia apre e chiude il tubo stesso, producendo il suono.

#### **ANCIA DOPPIA**

Ancia formata da due linguette contrapposte in modo che combacino perfettamente in chiusura per ottenere il meccanismo di vibrazione indotto dalla pressione e depressione provocata dal ripetuto battere tra loro delle due ancie.

### **ANCIA LIBERA**

Ancia imperniata ad un'estremità a un telaio e libera di vibrare oscillando entro tale telaio, a differenza di quanto capita con le ance battenti.

### **ANCIA SEMPLICE**

Ancia costituita da una sola linguetta sottile, ancorata a una finestra, aperta su un tubo che contiene la colonna d'aria da mettere in vibrazione. La vibrazione è indotta dalla pressione e depressione provocata dal ripetuto battere della linguetta sulla finestra con occlusione o meno del passaggio dell'aria.

### **BOCCHINO**

Parte degli strumenti a fiato che viene a contatto diretto con le labbra. Il suono viene generato per vibrazione di entrambe le labbra sul bocchino e, per questo motivo, gli ottoni e gli altri strumenti il cui suono viene generato per vibrazione delle labbra vengono definiti anche strumenti *ad ancia labiale*. Il bocchino funge da risonatore, ossia passa la vibrazione delle labbra alla colonna d'aria, generando l'onda stazionaria che è poi amplificata dallo strumento.

### **CHIAVE**

Disco metallici che chiude o apre fori se utilizzato dalle dita del musicista. Le chiavi sono usate per quei fori non raggiungibili direttamente dalle dita del musicista.

### **COULISSE**

Parte degli strumenti a fiato che consiste di due (o più) pezzi di tubo inseriti l'uno nell'altro e usati per variare la totale lunghezza del tubo e, di conseguenza, l'altezza dello strumento.

### **FLAUTO (AEROFONO SUONATO ALL'ESTREMITA')**

Strumento a fiato nel quale la cavità è cilindrica e la vibrazione è indotta semplicemente soffiando su uno spigolo della cavità. I flauti possono essere senza dotto o con dotto.

### **FORO**

Buco nel corpo dello strumento a fiato che consente, se chiuso dalle dita del musicista o dalle chiavi, di agire da valvola.

### **OTTONE (AEROFONO A BOCCHINO)**

Strumento a fiato nel quale l'ancia è costituita dalle labbra del suonatore, che vibrano all'imboccatura di una canna che normalmente è provvista di un apposito bocchino.

### **PISTONE**

Tipo di valvola degli ottoni, che consente all'esecutore di variare la nota musicale emessa dallo strumento.

### **STRUMENTO AD ANCIA**

Strumento a fiato dotato di un'ancia che induce la vibrazione nella cavità. Tali strumenti possono essere ad ancia semplice o doppia.

### **TUBO**

Porzione dello strumento aerofono lungo la quale è presente una colonna d'aria vibrante.

### **VALVOLA**

Meccanismo degli strumenti a fiato che consente di direzionare l'aria lungo tubi aggiuntivi posti nello strumento, producendo così una diversa fondamentale e serie armoniche.

\*\*\*

### **ARCHETTO**

Accessorio fondamentale per suonare strumenti ad arco, costituito da una bacchetta di legno ai cui estremi viene fissato un fascio di crini di cavallo tenuto teso. Tali crini vengono fatti strisciare sulle corde dello strumento per produrre suono.

### **CASSA ARMONICA**

Parte dei cordofoni e degli strumenti a percussione che ha la funzione di aumentare il suono prodotto e di caratterizzare il timbro, sfruttando la risonanza.

## **CORDA**

Corpo vibrante utilizzato nei cordofoni per produrre i suoni. Tesa fra le estremità e sollecitata, si mette in vibrazione ed emette al mezzo circostante delle onde sonore.

La corda può essere messa in vibrazione in diversi modi: se viene pizzicata (con le dita o con un plettro), percossa (in genere con un martelletto) o sfiorata (in genere da un archetto).

## **CORDOFONO**

Strumento musicale in cui il suono è prodotto dalla messa in vibrazione di una o più corde tese sulla *cassa armonica*.

## **CORDOFONO COMPOSITO**

Cordofono nel quale una barra di corde e un risuonatore sono uniti organicamente e non possono essere separati senza distruggere lo strumento. Appartengono a tale categoria i liuti, le arpe e le arpe-liuti.

## **CORDOFONO SEMPLICE (CETRA)**

Cordofono che consiste solamente di una barra di corde o di una barra di corde con un risonatore che non è integrale e che può essere staccato senza distruggere l'apparato di riproduzione del suono. Le cetre possono essere a bastone, tubolari, a zattera, a tavola, a guscio, a telaio.

## **LIUTI A CORDE PERCOSSE**

Cordofoni nei quali, solitamente azionati da una tastiera, alcuni martelletti mettono in vibrazione le corde.

## **LIUTI A CORDE PIZZICATE**

Cordofoni nei quali la vibrazione della corda è innescata se essa viene pizzicata con un plettro o con le dita dell'esecutore.

## **PEDALE**

Un meccanismo nel pianoforte che è attivato dal piede dell'esecutore. Vi sono o due o tre pedali nel pianoforte moderno e producono diverse effetti quando sono premuti

## **PLETTRO**

Piccolo oggetto di materiale plastico o vinilico utile a sollecitare (pizzicare) le corde dei cordofoni.

## **STRUMENTI AD ARCO (A CORDE STROFINATE)**

Cordofoni nei quali la vibrazione delle corde è sollecitata da un archetto che sfrega o percuote la corda generando un suono.

## **TASTIERA**

Parte dello strumento che contiene i tasti premuti dall'esecutore per produrre i suoni. È presente una tastiera nel pianoforte e anche nei suoi antenati, e in strumenti come la celesta e la fisarmonica.

## **TAVOLA ARMONICA (DI RISONANZA)**

Superficie piana che ha la funzione di aumentare la sonorità dei cordofoni

\*\*\*

## **BACCHETTA**

Ognuna delle due piccole mazze usate per suonare molti strumenti a percussione. Tipicamente le bacchette hanno una punta allungata e arrotondata e producono il suono attraverso la percussione della membrana dello strumento. La parte percussiva della bacchetta è la punta, di varie forme e materiali (legno, nylon, feltro, gomma...), ma l'esecutore può anche colpire alcuni strumenti (come i piatti) con il collo della bacchetta per conferire al suono effetti particolari.

## **MEMBRANA**

Parte tesa di uno strumento musicale che viene sollecitata e messa in vibrazione per produrre il suono nei membranofoni. Può essere costituita da materiali sintetici o naturali, fra cui la pelle animale e il mylar.

## **MEMBRANOFONO**

Strumento nel quale il suono è prodotto per mezzo della messa in vibrazione di una o più membrane in tensione.

### **MEMBRANOFONO A SUONO DETERMINATO**

Membranofono con il quale si possono eseguire note ben determinate.

### **MEMBRANOFONO A SUONO INDETERMINATO**

Membranofono che crea suoni dei quali non è possibile determinare la nota o, se anche fosse prevalente una nota fondamentale, per la natura dello strumento, questa non sarebbe considerata ai fini dell'esecuzione. Per questo genere di strumenti la partitura distingue ogni strumento secondo un simbolo ed un'altezza di rigo convenzionale.

### **MIRLITON**

Membranofono nel quale la membrana viene sollecitata parlando o cantando vicino; non è la membrana stessa a produrre note, ma permette di modificare la voce del suonatore dato che emette frequenze di disturbo per le frequenze vocali, andando a modificare il timbro dell'esecutore.

### **TAMBURO A FRIZIONE**

Membranofono che emette suono nel momento in cui la membrana viene sfregata con le mani o con un oggetto, dunque tramite frizione.

### **TAMBURO A PERCUSSIONE**

Membranofono che emette suono per mezzo di una membrana tesa che può essere sollecitata in numerose maniere: colpendola con le mani o con un oggetto, oppure scuotendo lo strumento. I membranofoni a percussione diretta hanno forme differenti che li distinguono in diverse categorie: tubolare (cilindrica, a barile, a coni sovrapposti, a clessidra, conica, a calice) oppure a cornice.

### **TAMBURO A PIZZICO**

Membranofono che emette suono per mezzo di una corda annodata sotto il centro della membrana e che viene pizzicata, trasmettendo così la propria vibrazione alla membrana stessa.

\*\*\*

## **IDIOFONO**

Strumento che produce il suono mediante la messa in vibrazione del materiale stesso di cui è composto, senza l'intervento di corde o membrane tese.

## **IDIOFONO AD ARIA**

Idiofono messo in moto dall'azione dell'aria suonata al suo interno o mossa intorno allo strumento.

## **IDIOFONO A FRIZIONE**

Idiofono messo in moto da un'azione di strofinamento.

## **IDIOFONO A PERCUSSIONE**

Idiofono messo in moto da un'azione di percussione, che può essere diretta (tramite bacchetta, bastone o mano) o indiretta (tramite un movimento di scuotimento o di raschiamento).

## **IDIOFONO A PIZZICO**

Idiofono messo in moto da un'azione di pizzicamento di una (o più) placche elastiche, fissate a un'estremità e che poi tornano alla loro posizione di riposo. Può presentarsi in forma di cornice o in forma di pettine, a seconda della disposizione delle placche elastiche.

## **IDIOFONO A SUONO DETERMINATO**

Idiofono che produce un'altezza fondamentale ovvia e che può essere suonato controllando le note prodotte e rispettando le regole dell'armonia.

## **IDIOFONO A SUONO INDETERMINATO**

Idiofono che produce suoni con complessi, con un ampio raggio di frequenze dominanti che, di conseguenza, non rendono distinguibile un'altezza fondamentale precisa. Tale tipo di strumento viene usato per le scansioni di ritmi o con funzione di abbellimento.

\*\*\*

## **ELETTROFONO**

Strumento musicale in cui il suono è prodotto e/o elaborato per mezzo di impulsi elettrici.