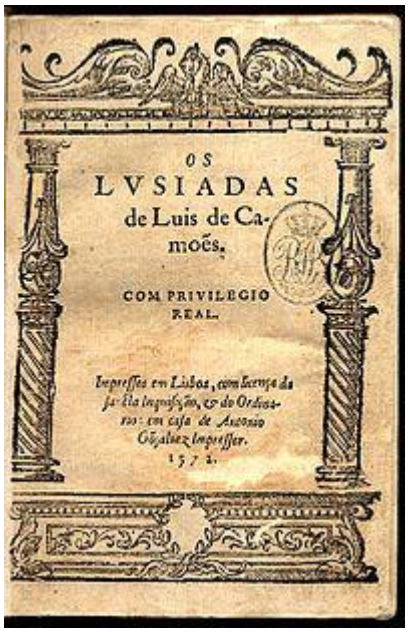
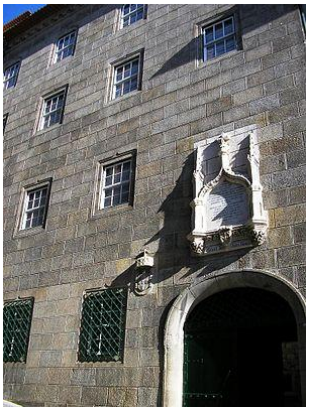


Da Enrico il Navigatore a I Lusiadi verso un’Europa in Cambiamento

INTRODUZIONE

Chi era Enrico il Navigatore?



Il quinto figlio di Re João I (Giovanni I) e sua moglie D. Filipa de Lencastre (Filippa di Lancaster), chiamato “Il Navigatore”, nacque a Porto il 4 marzo, 1394, nel luogo che oggi si chiama “Casa do Infante”, che si può visitare ed è sede della fondazione Interpretive Center "Infante D. Henrique and the New Worlds”. Enrico morì a Sagres il 13 novembre, 1460. I suoi resti sono ora nel Monastero di Batalha, costruito da suo padre.

Si dedicò allo studio della Matematica e, in particolare, della Cosmografia. Fu il comandante della flotta che lasciò Porto per la conquista di Ceuta (1415), una città situata nel nord dell’Africa, vicino allo Stretto di Gibilterra. Questa località costituì una posizione strategica rilevante nel dominio economico del Mediterraneo, oltre a essere anche un importante magazzino commerciale.

Nel 1416 o 1419 fondò una scuola di cosmografia e navigazione sul promontorio di Sagres. Istituì pure cantieri navali e officine e fece erigere il primo osservatorio astronomico Portoghese. Con le condizioni che si crearono, ebbe inizio la scoperta della costa Africana Occidentale via mare.

Cosa è ‘I Lusiadi’?

I Lusiadi è un libro scritto da Luís de Camões, nato a Lisbona nel 1524 (?) e deceduto nello stesso luogo il 10 Giugno, 1580. E’ sepolto nel Monastero Jerónimos. Si tratta della più grande opera di poesia epica Portoghese composta di dieci parti chiamate "*cantios*". Si pensa che sia stato completato nel 1556 e pubblicato per la prima volta nel 1572, tre anni dopo il ritorno di Luís de Camões dall’Asia Orientale.

Il tema principale di questo lavoro sono le scoperte Portoghesi e la via del mare verso l'India, anche se possiamo trovare altri episodi sulla storia del Portogallo, in cui l'eroe principale è il popolo Portoghese.

Contesto

Questo è il tema Portoghese. La nostra scuola partner Portoghese è una scuola di musica ed Enrico il Navigatore è conosciuto per il suo supporto ai navigatori Portoghesi durante l'Età delle Scoperte. Ecco perché questa serie di lezioni ci porterà attraverso un viaggio per l'Europa seguendo i suoni del monocordo e ispirandoci a una poesia, una canzone, un rap, un'opera teatrale come 'I Lusiadi'. Lasciate correre la vostra creatività!

PARTE 1	
Argomento	Che cos'è il suono e quali quantità sonore sono importanti?
Materie	Scienze, Tecnologia
Livello di difficoltà	
Obiettivi	Gli studenti conosceranno il suono e le sue quantità.
Competenze	Scienze: apprendere nuove informazioni riguardo la lunghezza d'onda, la velocità del suono, la frequenza e l'influenza della temperatura. Tecnologia: usare un'*app* per sperimentare diverse quantità di suono.
Durata	100'
Risorse	Computer or cellular + *app*

IL SUONO

Che cos'è il suono e a che velocità si muove?

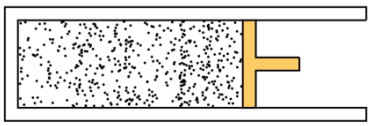
Guardiamo questo video.

http://seilias.gr/images/stories/myvideos/senaria/senario-5-ixos/soundFiles/sound1.mp4

Che tipo di movimento si genera quando si suona uno strumento?

Il suono non è altro che aria vibrante. La simulazione qui sotto mostra come le molecole d'aria si muovono in un'area isolata e a una particolare temperatura.

http://seilias.gr/erasmus/html5/gas.html

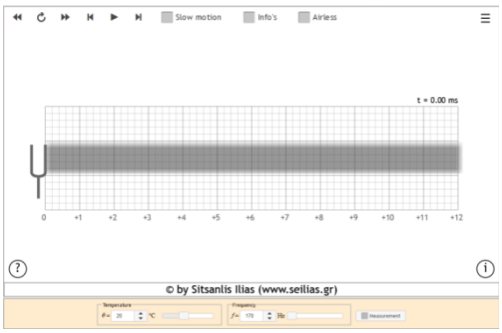


Allargare e ridimensionare l'area e descrivere ciò che accade.

Il suono è una sequenza di aumenti e diminuzioni della pressione dell'aria o, se vogliamo dirlo in modo più scientifico: il suono è ogni cambiamento udibile di densità in un mezzo elastico.

Cliccare sul pulsante "info" nella simulazione sottostante e osservare i cambiamenti della pressione dell'aria. Cliccare sul pulsante "*airless*" ed osservare che cosa succede nel vuoto.

http://seilias.gr/erasmus/html5/soundSpeed.html



Attività 1

Facciamo alcuni esperimenti con la simulazione.
Scegliere una temperatura di 20 ° C e una frequenza di 300 Hz.
Quanto dura approssimativamente il suono per coprire una distanza di 12 m?

Qual è la velocità del suono a 20 ° C?
E qual è la velocità del suono a -40 ° C e a 100 ° C?

Temperatura (°C)	Velocità del suono (m/s)
20	
100	
-40	

Che cosa si può dedurre?

Una formula semplificata che rappresenta la relazione tra la velocità del suono e la temperatura in °C è $v = 20\,x\,\sqrt{273 + T}$, dove v indica la velocità del suono misurata in m/s e T la temperatura in ° C.

Usiamo una calcolatrice per verificare se l'esperimento ha avuto esito positivo.

Scegliere nuovamente una temperatura di 20° C. Cambiare la frequenza da 100 Hz a 500 Hz. Selezionare il pulsante "*misurazione*" (*measurement*). Sullo schermo viene visualizzato il momento in cui l'onda passa il primo e il secondo microfono.

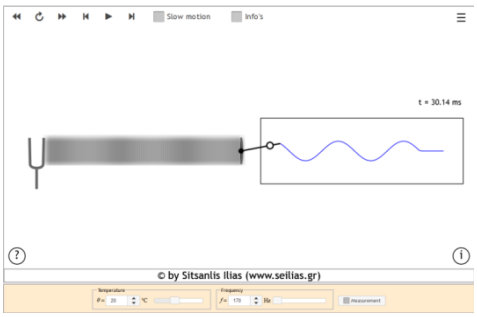
Che cosa si può dedurre?

L'importanza della frequenza del suono

Il suono viaggia sotto forma di cambiamenti nella densità di un mezzo e si muove come un'onda longitudinale. Quest'onda si muove nella stessa direzione della propagazione dell'energia.

Si può vedere quest'onda nella simulazione qui sotto.

http://seilias.gr/erasmus/html5/waveForm.html



Attività 2

Esaminiamo l'influenza della frequenza su un suono.

Ancora una volta scegliamo una temperatura di 20° C e una frequenza di 170 Hz. Calcolare la velocità del suono come nell'attività 1.

Qual è la velocità?

L'onda appare nel momento in cui il suono raggiunge la posizione finale. Bloccare la simulazione e annotare l'ora (t1). Sbloccare la simulazione fino a quando l'onda arriva al suo punto più alto. Bloccare nuovamente la simulazione e annotare l'ora (t2). Sbloccare nuovamente la simulazione fino a quando le onde arrivano al punto più alto successivo. Bloccare nuovamente la simulazione e osservare il tempo (t3). Procedere analogamente per le frequenze 200 Hz e 300 Hz.

Frequenza(Hz)	t_1(s)	t_2(s)	t_3(s)	$t_3 - t_2$(s)
170				
200				
300				

La frequenza non influisce su

La frequenza influisce su

Alla frequenza di 170 Hz si osserverà un'alta e bassa pressione volte al secondo.

Alla frequenza di 200 Hz si osserverà un'alta e bassa pressione volte al secondo.

Alla frequenza di 300 Hz si osserverà un'alta e bassa pressione volte al secondo.

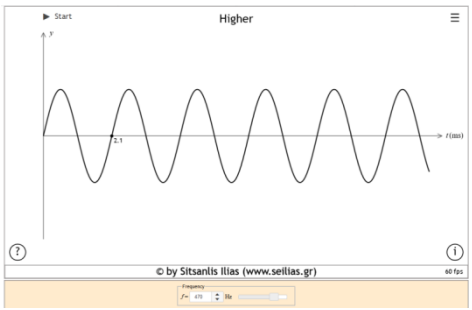
La formula $v = \lambda \times f$ permette di calcolare la lunghezza d'onda (λ in m).

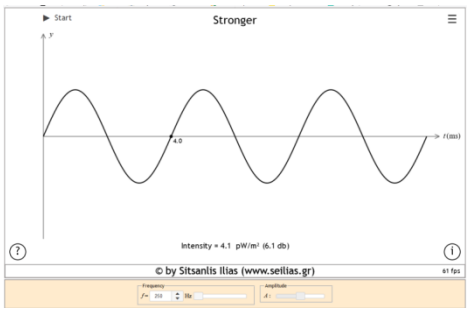
Velocità del suono v (m/s)	Frequenza f(Hz)	Lunghezza d'onda λ (m)
	170	
	200	
	300	

Nella prima simulazione si riesce a sentire chiaramente l'influenza della frequenza sulla lunghezza d'onda. Nella seconda si può sentire che cosa succede quando si varia l'altezza dell'onda. L'altezza dell'onda viene chiamata ampiezza.

http://seilias.gr/erasmus/html5/sound-1.html

http://seilias.gr/erasmus/html5/sound-2.html





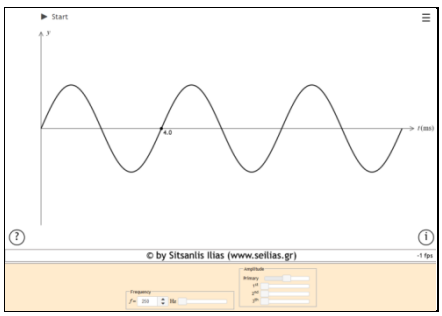
Conclusione:

Maggiore è la frequenza , ……..il tono del suono.

Maggiore è l'ampiezza, il suono.

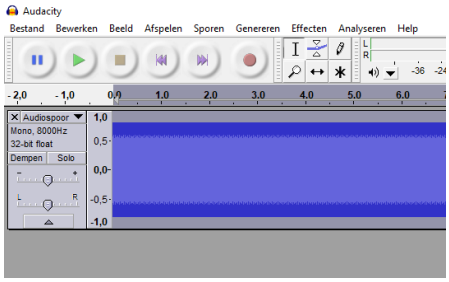
La rumorosità del suono si chiama intensità. Il livello di intensità del suono si misura in decibel (dB). La frequenza del suono si chiama intonazione e si misura in Hz.

http://seilias.gr/erasmus/html5/sound-3.html



Attività 3

Scaricare il programma *Audacity*.



Alcune particolarità. Se non si conosce la risposta, cercarla su Internet.

Aprire il programma *Audacity* e cliccare su "*genera*". Poi scegliere "*tono*".

Qual è la frequenza più bassa che si riesce a sentire?

Qual è la più alta?

Quali frequenze del suono dovrebbero normalmente essere percepibili dall'orecchio umano?

Quale intensità del suono può danneggiare l'udito?

Se si sente il tuono 10 secondi dopo che si è visto il fulmine. Quanto è lontano il temporale?

Il tono più basso di un piano ha una lunghezza d'onda di 12,5 m, il tono più alto di 8,2 cm.

Quale gamma di frequenze copre un piano?

PARTE 2	
Argomento	Gli studenti costruiscono il proprio monocordo.
Materie	Tecnologia, Ingegneria, Arte, Matematica
Livello di difficoltà	
Obiettivi	Gli studenti apprendono le diverse scale che nel tempo sono state utilizzate per comprendere le note musicali e la loro relazione.
Competenze	Tecnologia: utilizzo delle *app* per vedere e ascoltare le differenze tra le diverse scale. Ingegneria: creazione del proprio strumento musicale, un monocordo Arte: studio del materiale di base per musica, di note e ottave Matematica: uso delle frazioni per scoprire e descrivere gli intervalli tra le note.
Durata	200’
Risorse	3 pannelli di lastre multiplex da 65 cm x 10 cm x 1,8 cm, un bastoncino da 0,5 cm x 0,5 cm x 85 cm, una corda di chitarra, alcuni chiodi, colla e una vite o qualcosa di simile.

INTRODUZIONE

Ora che sappiamo quali quantità assumono un ruolo nella produzione del suono, possiamo iniziare a creare il nostro strumento musicale: il monocorde.

Questo è uno strumento con una corda e una cassa armonica. Sotto la corda si deve essere in grado di spostare un ponte lungo una scala. Che cosa succede quando si pizzica una corda?

Vi forniamo un'*app* (*Piano.apk*) che consente di ascoltare le diverse note man mano che suono suonate su questo strumento.

IL MONOCORDE, ONDE E SCALE

Il monocorde era usato dagli antichi greci per misurare e controllare una scala. Si ritiene che Pitagora abbia inventato lo strumento mentre esaminava il rapporto tra due suoni.

Quando ha usato l'intera corda, si è sentita la nota DO, come si può vedere nella figura 2A. Quando fece vibrare solo mezza corda, ottenne il DO da un'ottava più alta, Fig. 2B. Il rapporto di frequenza tra il DO dell'ottava superiore e l'altro DO è 2: 1.

Fig.2A

Fig.2B

La chiamiamo un'ottava perché questa è la distanza tra la prima nota e la successiva ottava nota.

Quando Pitagora spostò il ponte in modo tale che la corda fosse divisa in tre parti uguali, facendo vibrare solo due parti della corda, (Fig. 3B), ottenne un quinto perfetto, SOL. Il rapporto di frequenza tra questo suono e DO è 3:2.

Fig.3A

Fig.3B

Lo chiamiamo un quinto perfetto perché corrisponde alla distanza tra il DO e la successiva quinta nota, SOL.

Per capire la scala di Pitagora occorre imparare un po' di espansione, riduzione, addizione e sottrazione degli intervalli.

Gli intervalli tra due suoni possono essere rappresentati da frazioni.

Ad esempio, l'intervallo tra i suoni di frequenza f = 600 Hz e f '= 400 Hz è rappresentato dalla frazione 3/2, poiché f / f' = 600 / (400) = 3/2. Ciò significa che tra la frequenza di 600 Hz e la frequenza di 400 Hz esiste un rapporto di 3:2. È prassi ottenere il quoziente tra il suono con la frequenza più alta e il suono con la frequenza più bassa.

L'intervallo tra DO e SOL è un quinto perfetto.

Con due suoni che formano un intervallo di un'ottava, le loro frequenze saranno nel rapporto di 2: 1 o $\frac{2}{1}$.

Aumentando un intervallo è necessario aumentare la frequenza della gamma di intervalli acustici di un'ottava

Per aumentare un intervallo si deve incrementare la frequenza del suono più alto o diminuire la frequenza del suono più basso.

Esempio-Considerando l'intervallo $\frac{25}{24}$, calcolare l'intervallo corrispondente all'aumento di un'ottava di questo intervallo.

Per aumentare di un'ottava, si può ridurre della metà la frequenza del suono più basso, cioè si avrebbe $\frac{25}{\frac{24}{2}} = \frac{25}{12}$ o si potrebbe aumentare la frequenza del suono più alto al suo doppio e si avrebbe $\frac{2\ x\ 25}{24} = \frac{25}{12}$.

Conclusione: aumentare l'intervallo di un'ottava equivale a raddoppiare il rapporto di frequenza.

Riduzione della gamma di intervalli acustici di un'ottava

Per la riduzione degli intervalli si procede con un ragionamento simile a quello degli intervalli crescenti, ma nella direzione opposta.

Esempio - Considerando l'intervallo $\frac{32}{15}$, calcolare l'intervallo corrispondente alla diminuzione di quell'intervallo di un'ottava.

Per ridurre la gamma di un'ottava, si può raddoppiare la frequenza del suono più basso, quindi si avrà $\frac{32}{15\ x2} = \frac{32}{30} = \frac{16}{15}$ o si potrebbe anche ridurre della metà la frequenza del suono più alto e si avrà $\frac{\frac{32}{2}}{15} = \frac{32}{30} = \frac{16}{15}$

Conclusione: Diminuire l'intervallo di un'ottava corrisponde a dimezzare il rapporto di frequenza.

Calcolo degli altri intervalli acustici

Proviamo a calcolare l'intervallo da DO a SI, sapendo che:
Intervallo DO-LA = $\frac{5}{3}$ e intervallo LA - SI = $\frac{9}{8}$
DO-SI = (DO-LA) + (LA-SI)
$\frac{f(SI)}{f(DO)} = \frac{f(LA)}{f(DO)} x \frac{f(SI)}{f(LA)} = \frac{5}{3}$ x $\frac{9}{8} = \frac{45}{24} = \frac{15}{8}$

Conclusione: La somma di intervalli corrisponde alla moltiplicazione dei rapporti di frequenza

Proviamo a determinare l'intervallo da FA a SOL, sapendo che:
Intervallo DO-FA = $\frac{4}{3}$ e intervallo DO-SOL = $\frac{3}{2}$
FA - SOL = (DO - SOL) - (DO-FA)

$$\frac{f(SOL)}{f(FA)} = \frac{\frac{f(SOL)}{f(DO)}}{\frac{f(FA)}{f(DO)}} = \frac{\frac{3}{2}}{\frac{4}{3}} = \frac{9}{8}$$

Conclusione: La sottrazione di intervalli corrisponde alla divisione dei rapporti di frequenza.

SCALA PITAGORICA

Dopo aver compreso l'espansione e la riduzione degli intervalli, possiamo capire come nasce la scala pitagorica.

Per costruire la scala Pitagora utilizzò i suoni ottenuti tramite successivi accorciamenti delle corde vibranti di 1/3 della lunghezza della corda (Figura 4). Il suono risultante da ciascuna delle nuove corde oggetto dalla successiva riduzione di 1/3 della lunghezza si ottiene a un quinto intervallo perfetto rispetto al suono della precedente corda vibrante.

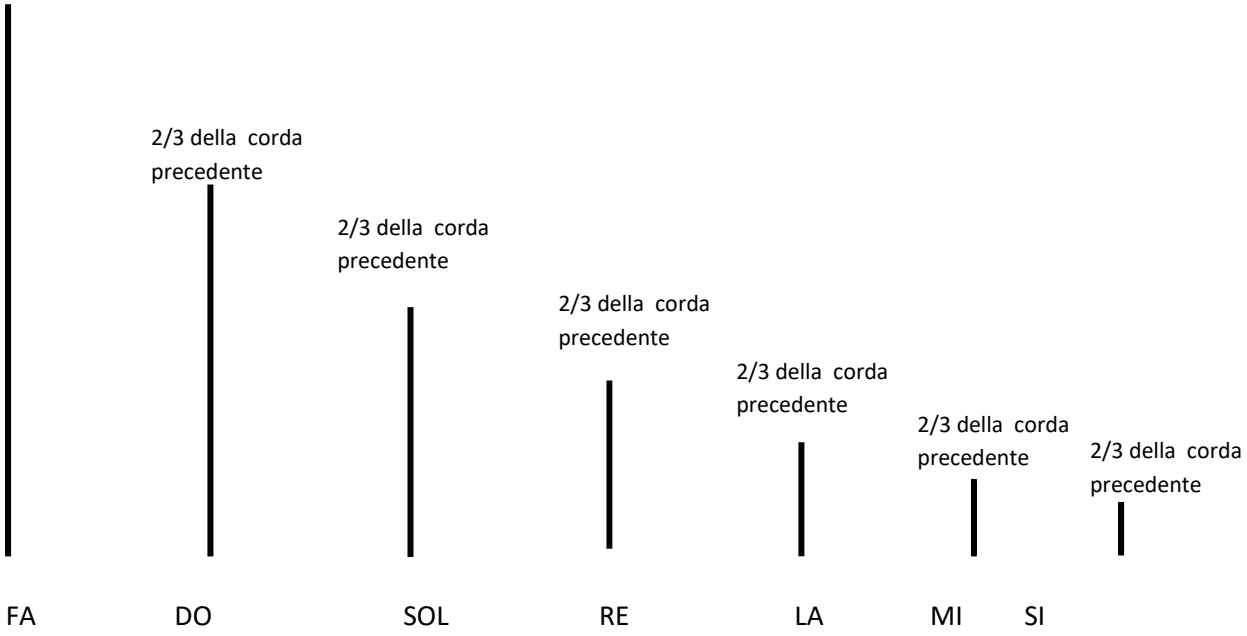


Fig.4

Intervallo acustico DO-RE

Ad esempio, l'intervallo tra DO e RE rappresenta due quinti perfetti e quindi sarà:
3/2 x 3/2 = 9/4 (aggiungere intervalli = moltiplicare i rapporti di frequenza)
Poiché l'intervallo tra questo DO e RE supera l'ottava è necessario ridurre il RE di un'ottava e quindi:
Dividendo 9/4 per 2 = 9/8 **che è il valore del tono pitagorico.**
Il rapporto dell'intervallo acustico DO-RE è 9/8

Intervallo acustico DO-MI

Per l'intervallo tra DO e MI:
FA **DO** SOL RE LA **MI** SI

3/2 x 3/2 x 3/2 x 3/2 = 81/16

Siccome il MI è due ottave più alto va ridotto di due ottave.
Per questo è necessario dividere 81/16 per 4 = **81/64**
Il rapporto dell'intervallo acustico DO-MI è 81/64

Intervallo MI-FA

Per l'intervallo tra MI e FA:
FA **DO** SOL RE LA **MI** SI

3/2 x 3/2 x 3/2 x 3/2 x 3/2 = 243/32
Per ridurre le tre ottave MI si dovrà dividere 243/32 per 8 e si otterrà 243/256.
Questo è in realtà l'intervallo FA-MI con la riduzione.
Per l'ascendente pitagorico MI-FA si avrà la relazione inversa, quindi 256/243.
Il rapporto di intervallo acustico MI-FA è 256/243.

In questo modo abbiamo appena scoperto il semitono pitagorico (esempio da MI a FA), che è 256/243 mentre il tono pitagorico (esempio da DO a RE) è 9/8.

Si può verificare che nella scala di Pitagora due semitoni non equivalgano a un tono.

Vediamo:

2 mezzi toni pitagorici = 256/243 x 256/243 = 1.1099 e 1 tono pitagorico = 9/8 = 1.125
L'intervallo che manca a due semitoni pitagorici per essere un tono pitagorico è chiamato comma pitagorico.

Comma pitagorico = 1 tono pitagorico - 2 mezzi toni pitagorici

Attività 4

Spetta a voi completare la tabella del rapporto di frequenza per ciascun intervallo acustico nella scala pitagorica.

Tabella 1 – Rapporto di frequenza per ciascun intervallo acustico						
DO-RE	RE-MI	MI-FA	FA-SOL	SOL-LA	LA-SI	SI-DO
9/8	9/8	256/243	9/8	9/8	9/8	256/243

Nella Tabella 2 rappresentiamo i rapporti di frequenza tra ciascuna nota e il tonico (DO).

Utilizzando le informazioni fornite nella Tabella 1, ora spetta a voi calcolare il rapporto di frequenza tra DO-LA e DO-SI.

Sotto una tensione costante, la lunghezza della corda è inversamente proporzionale all'altezza del suono. Completare la tabella 2 con la lunghezza della stringa.

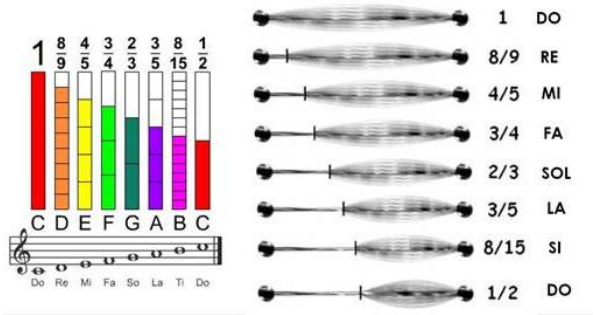
Tabella2 – Scala pitagorica

Note musicali	DO	RE	MI	FA	SOL	LA	SI	DO
Rapporto di frequenza tra ciascuna nota e il tonico (DO)	1/1	9/8	81/64	4/3	3/2	27/16	243/128	2/1
Lunghezza della corda/stringa								

LA SCALA ZARLINIANA (SCALA NATURALE)

Il sistema di Pitagora è perfetto per la musica fatta nell'antichità e nel Medioevo, ma non è per la musica polifonica, poiché non può essere usata per gli accordi. Nasce così la **scala Zarliniana (armonici naturali)**. Fino al 300 a.C. le persone cominciarono a pensare ad alternative alla scala di Pitagora.

L'alternativa qui sotto si avvale di frazioni più semplici.



Attività 5

Nella tabella 3 presentiamo il rapporto di frequenza per ciascun intervallo acustico nella scala di Zarlino.

***Table 3* –Scala di Zarlino (scala naturale)**						
Rapporto di frequenza per ciascun intervallo acustico						
DO-RE	RE-MI	MI-FA	FA-SOL	SOL-LA	LA-SI	SI-DO
9/8	10/9	16/15	9/8	10/9	9/8	16/15

Notiamo che nella scala di Zarlino abbiamo tre intervalli diversi (9 / 8,10 / 9 e 16/15).

Quanti ne avevamo nella scala di Pitagora?

Nella Tabella 4 rappresentiamo i rapporti di frequenza tra ciascuna nota e i suoni della scala diatonica di Zarlino.

Utilizzando le informazioni fornite nella Tabella 3, spetta a voi calcolare il rapporto di frequenza tra DO-MI e DO-FA.

***Table4* - Scala di Zarlino (scala naturale)**								
Note musicali	DO	RE	MI	FA	SOL	LA	SI	DO
Rapporto di frequenza tra ciascuna nota e la scala diatonica	1	9/8	5/4	4/3	3/2	5/3	15/8	2

MESSA A PUNTO DEL TEMPERAMENTO

La scala pitagorica e la scala di Zarliniana (accordatura pura) presentano alcune difficoltà pratiche, in particolare per l'accordatura delle tastiere, perché contengono rapporti di frequenza non uguali.

Per risolvere questo problema è stata creata l'accordatura del temperamento uguale che è stata composta per contenere 12 note separate da intervalli uguali. L'intervallo tra due note successive è sempre $\sqrt[12]{2}$.

Le note sono: DO, DO#, RE, RE#, MI, FA , FA#, SOL, SOL#, LA, LA#, SI *(Fig.6).*

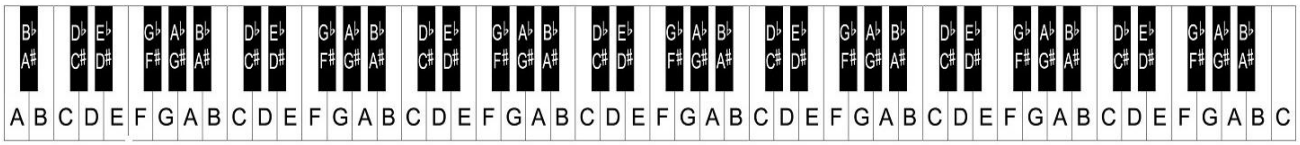


Fig.6

Per trovare la frequenza di una nota, f_n, conoscendo la nota precedente, f_{n-1}, si usa la seguente espressione:

$$f_n = f_{n-1}\sqrt[12]{2} = 1.0595 \times f_{n-1}$$

Nella *Tabella 5* rappresentiamo il rapporto di frequenza per ciascun intervallo in accordatura del temperamento di toni uguali.

Table 5 . **Accordatura del temperamento di toni uguali**						
Rapporto di frequenza per ciascun intervallo acustico						
DO-RE	RE-MI	MI-FA	FA-SOL	SOL-LA	LA-SI	SI-DO
$\left(\sqrt[12]{2}\right)^2$	$\left(\sqrt[12]{2}\right)^2$	$\left(\sqrt[12]{2}\right)^1$	$\left(\sqrt[12]{2}\right)^2$	$\left(\sqrt[12]{2}\right)^2$	$\left(\sqrt[12]{2}\right)^2$	$\left(\sqrt[12]{2}\right)^1$

Nella *Tabella 6* presentiamo il rapporto di frequenza tra ciascuna nota e il rapporto di frequenza tra ciascuna nota e 'tonica' in accordatura del temperamento equabile.

Tabella 6 **– Accordatura del temperamento equabile**								
Note musicali	DO	RE	MI	FA	SOL	LA	SI	DO
Rapporto di frequenza tra ciascuna nota e la tonica	1	$\left(\sqrt[12]{2}\right)^2$	$\left(\sqrt[12]{2}\right)^4$	$\left(\sqrt[12]{2}\right)^5$	$\left(\sqrt[12]{2}\right)^7$	$\left(\sqrt[12]{2}\right)^9$	$\left(\sqrt[12]{2}\right)^1$	2

Attività 6

Ma… a che serve tutta quella matematica?

La matematica vi permetterà di completare la frequenza di tutte le diverse note di tutte le scale.

Con queste frazioni si possono ottenere la frequenza delle diverse note in ciascuna scala, conoscendo la frequenza di una delle note (ad esempio LA 440 Hz).

Provate!

Note musicali	**Scala pitagorica**	**Accordatura perfetta**	**Accordatura di temperamento equabile**
DO	261	264	261.6
RE	294	297	293.7
MI	330	330	329.6
FA	348	352	349.2
SOL	392	396	392
LA	440	440	440
SI	495	495	493.9

Prendiamo la quarta ottava come esempio. Le simulazioni sottostanti consentono di ascoltare e provare a distinguere tra le diverse accordature, ad esempio della nota musicale FA.

http://seilias.gr/erasmus/html5/notesPythagora.html

http://seilias.gr/erasmus/html5/notesReine.html

http://seilias.gr/erasmus/html5/notesAccuracy.html

Attività 7

Sotto una tensione costante, la lunghezza della corda è inversamente proporzionale al tono del suono.

Di conseguenza, se l'intera corda rappresenta il DO a 264 Hz, pizzicando la corda con il ponte a metà, il suono sarà il DO a 528 Hz.

Completa le tabelle seguenti con la lunghezza della corda

Quale delle accordature sottostanti sarà la più semplice per costruire il nostro monocorde nel modo più accurato possibile.

Perchè?

Scala pitagorica	**C do**	**D re**	**E mi**	**F fa**	**G sol**	**A la**	**B si**	**C do**
Rapporto di frequenza tra ciascuna nota e la tonica	1	9/8	81/64	4/3	3/2	27/16	243/128	2
Lunghezza della corda (m)	1							1/2

Scala Zerliniana	**do**	**re**	**mi**	**fa**	**sol**	**la**	**si**	**do**
Rapporto di frequenza tra ciascuna nota e la tonica	1	9/8	5/4	4/3	3/2	5/3	15/8	2
Lunghezza della corda (m)	1							1/2

Scala di temperamento equabile	**do**	**re**	**mi**	**fa**	**sol**	**la**	**si**	**do**
Rapporto di frequenza tra ciascuna nota e la tonica	1	$(\sqrt[12]{2})^2$	$(\sqrt[12]{2})^4$	$(\sqrt[12]{2})^5$	$(\sqrt[12]{2})^7$	$(\sqrt[12]{2})^9$	$(\sqrt[12]{2})^{11}$	2
Lunghezza della corda (m)	1							1/2

Attività 8

Costruiamo il nostro monocorde.

Materiale occorrente: 3 tavole di compensato di lastre multiplex di 65 cm x 10 cm x 1,8 cm, un bastoncino di 0,5 cm x 0,5 cm x 85 cm, una corda di chitarra, alcuni chiodi, colla e una vite o qualcosa del genere.

- Dovrete accorciare con precisione la corda di 60 cm per suonare una nota specifica. Potete farlo qualcosa che tenga sollevata la stringa. Pertanto è necessario calcolare e indicare la posizione corretta del supporto per ciascuna nota. Troverete queste posizioni ricalcolando tutte le frazioni sottostanti in frazioni con denominatore 60.

Completate la tabella 11

Tabella 11								
Scala	DO	RE	MI	FA	SOL	LA	SI	DO
Frazione di lunghezza della stringa	1	8/9	4/5	3/4	2/3	3/5	8/15	1/2
Segni sulla corda di 60 cm								

Prendete il bastoncino e togliete 2 pezzi da 10 cm e 1 pezzo da 60 cm.

Segnate i centimetri sul pezzo da 60 cm ed evidenziate i punti di sintonia.

Quindi quando prenderete la corda da 60 cm e metterete il sostegno (una sorta di ponte) su questi segni evidenziati per accorciare la corda, sentirete in seguito le note DO, RE, MI, FA, ...

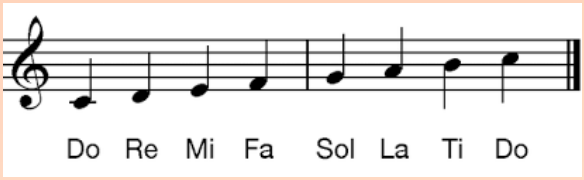
Se possibile, utilizzare una fresa per rimuovere 1,8 cm x 65 cm x 0,5 cm di legno dai lati di una delle assi.

Montare tutte le parti come mostrato nella figura sotto. Da un lato la corda deve essere attaccata a un chiodo, dall'altro lato si usa una vite o qualcosa di simile.

Mettere in tensione la corda ruotando la vite. Fare attenzione a non romperlo.

Assicurarsi anche che la corda poggi sul bastoncino di legno vicino alla vite.

Usare un oggetto che faccia da 'ponte' per accorciare la lunghezza in base ai punti segnati e suonare



In definitiva questo potrebbe non dare un risultato perfetto.

Guardate questa simulazione: http://seilias.gr/erasmus/html5/notesReine.html

Qual è la frequenza del DO nelle diverse ottave?

	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°
Frequenza DO(Hz)	33	66	132	264	528	1056	2112

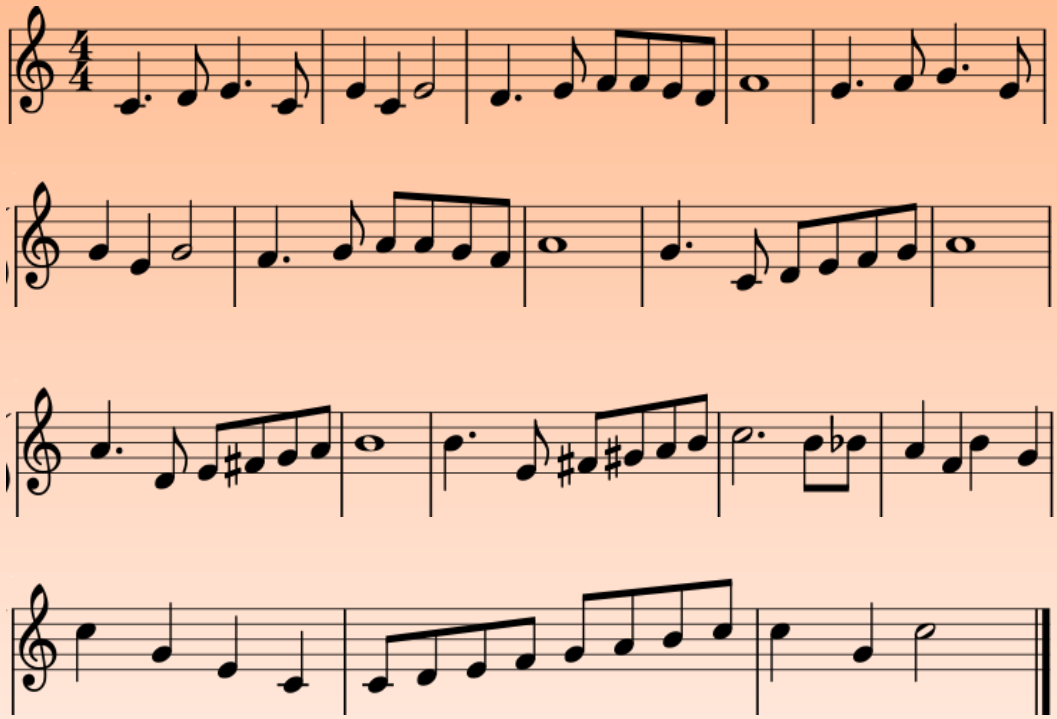
Una corda ideale produce vibrazioni corrispondenti alla formula $f = \frac{n}{2L}\sqrt{\frac{T}{\mu}}$

Con n = 1,2,3,4…, f la frequenza in Hertz, L la lunghezza della corda in metri, T la tensione della corda in Newton e μ la massa per metro in kg / m.

Di conseguenza non è importante solo la lunghezza della stringa. Anche la massa e la tensione giocano un ruolo rilevante.

Attività 9

I musicisti possono provare questo motivo.



PARTE 3	
Argomento	Viaggiare sulle note del nostro monocorde e raccontare la storia del vostro viaggio.
Materie	Scienze – Tecnologia - Arte
Livello di difficoltà	
Obiettivi	Gli studenti scoprono l'Europa in modo giocoso, la sua storia, le sue tradizioni, le sue qualità ... creando il loro viaggio sulle note del monocordo.
Competenze	Scienze: fare un viaggio geografico attraverso paesi e città Tecnologia: utilizzare Google Earth per creare un viaggio Arte: creare una canzone, una poesia, un'opera teatrale ... descrivendo il proprio viaggio.
Durata	150 min
Risorse	Google Earth - Internet

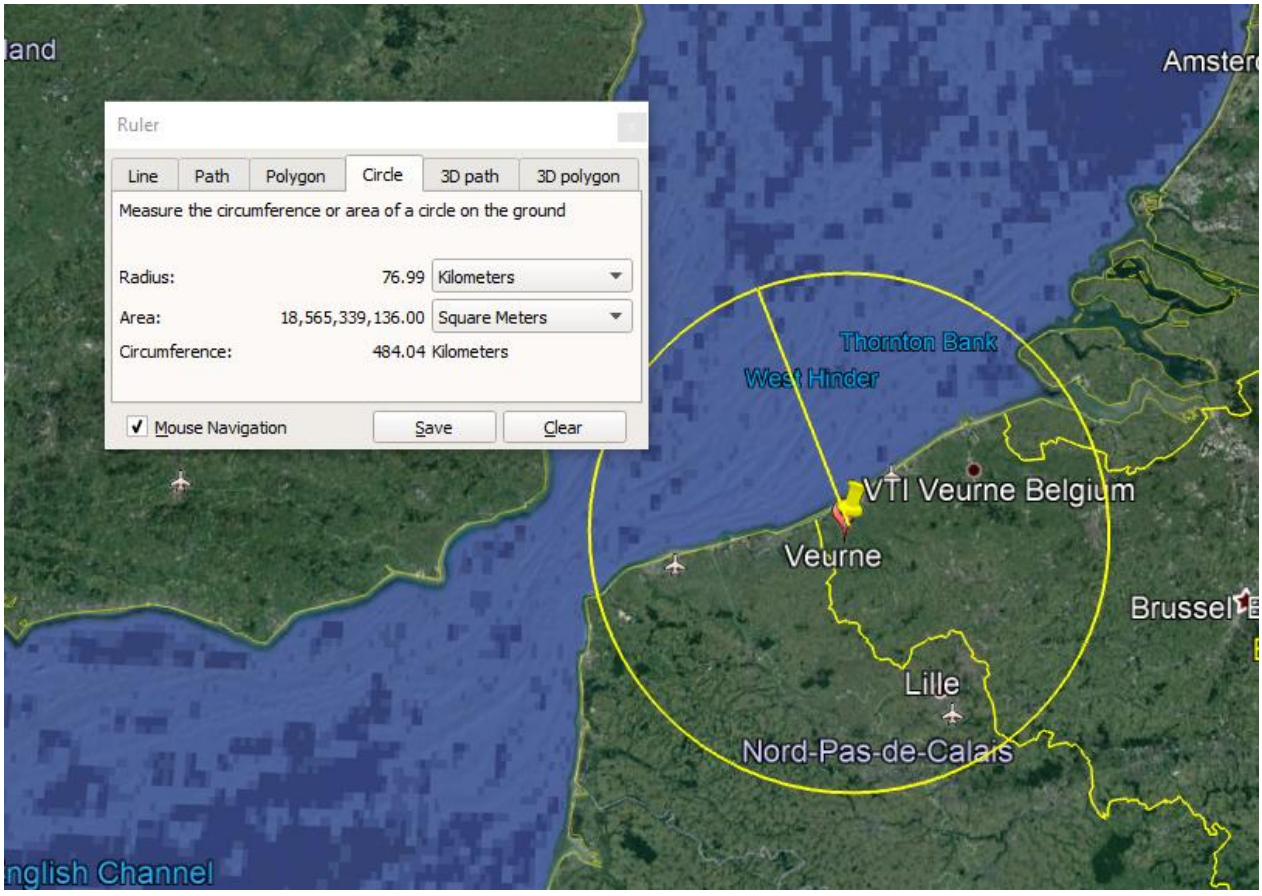
Attività 10

Mettere le frazioni di p. 21 su un denominatore 1000.

DO	1000/1000
RE	
MI	
FA	
SOL	
LA	
SI	
DO	

Per quest'attività utilizzare Google Earth.

Trovate la vostra città natale su Google Earth. Prendete il *Ruler tool* e scegliete il cerchio. Disegnate un cerchio intorno alla vostra città.



Rimpicciolite in modo da poter vedere tutta l'Europa. Aumentate il cerchio fino a quando il raggio è uguale al nominatore della nota "RE" in km. Scegliete un paese situato sulla circonferenza del cerchio. Ingrandite quel paese e scegliete una città che conoscete e che si trova all'interno dell'area del cerchio.

Ora facciamo un viaggio virtuale in quella città su Internet. Forse troverete qualcuno famoso che è nato lì, forse troverete un pasto delizioso, forse inventori famosi hanno lavorato lì, forse qualcosa di interessante è stato inventato lì o, forse... Cercate in Internet e compilate la tabella sottostante.

Da questo luogo proseguite il viaggio allo stesso modo, disegnando un cerchio con un raggio uguale al nominatore di MI in km. Importante: dovete rimanere in Europa.

Ora completa completamente questa tabella.

	Nazione	Città	Luoghi di interesse
DO			
RE			
MI			
FA			
SOL			
LA			
SI			
DO			

RACCONTATE LA VOSTRA STORIA

Attività 11

Scrivete una poesia, una canzone, un'opera teatrale o fate un disegno o un dipinto che descriva il vostro viaggio. Infine, presentate il vostro viaggio in classe.

Nel caso in cui non abbiate ispirazione, questo è ciò che potreste fare: scrivere una breve poesia di haiku.

Haiku è una forma di poesia tradizionale giapponese. È un modo di guardare il mondo fisico e vedere qualcosa di più profondo, come la natura stessa dell'esistenza. Dovrebbe lasciare al lettore un forte sentimento o impressione.

Un haiku usa solo poche parole per catturare un momento. Un haiku è scritto in tre righe, con cinque sillabe nel primo verso, sette sillabe nel secondo verso e cinque sillabe nel terzo verso. I versi raramente rimano.

Forse potete dare un'occhiata prima a un paio di haiku su Internet.

Ora fate un brainstorming delle parole che riguardano il vostro argomento. Scrivete la vostra poesia su tre righe con il modello 5-7-5.