

# Progetto di una UdA “flipped”

Titolo **Le ali del design**

Docente **Erika Mirabello**

Tipo di scuola **Scuola secondaria di primo grado**

Materia **Tecnologia** Classe **Terza**

Scelta dell'argomento curricolare:

Il principio del volo. Il concetto di portanza aerodinamica. Analisi storica dei mezzi per la navigazione aerea. Il motore a reazione.

Come si intende attivare l'interesse e la curiosità degli allievi:

Si propone agli alunni la visione di un video che illustra il principio della portanza aerodinamica tramite una prova sperimentale e che include, inoltre, due immagini: “un aereo in fase di decollo” ed “un bambino che corre col filo di un aquilone al polso”.

Si domanda agli alunni:

Come fa un aereo a volare?

Perché vola un aquilone?

Secondo te ci sono delle similitudini fra il volo dell'aereo e quello dell'aquilone?



Quali attività si intendono svolgere prima della lezione:

L'azione didattica proposta prevede che gli alunni svolgano a casa un'attività preparatoria da eseguire prima della lezione d'aula.

Tale attività preparatoria consiste: nella visione del materiale fornito dal docente, nell'autonoma riproduzione della prova sperimentale proposta, nella formulazione di considerazioni in merito alle curiosità sorte in seguito alla sfida lanciata e di risposte ai quesiti posti.

Il docente, fornirà:

un video per lanciare la sfida ai suoi discenti (link: [http://youtu.be/m5p8H\\_UWGxs](http://youtu.be/m5p8H_UWGxs));

una presentazione prezi (link: <https://prezi.com/wmyepjopcrux/le-ali-del-design/>).

Tali risorse delineano i contorni del problema fornendo prospettive per analizzarlo e suggerendo delle indicazioni per risolverlo.

Gli studenti vengono invitati ad eseguire delle letture tratte da alcuni libri (vedi stralci riportati alla fine del presente documento) e visionare ulteriori risorse digitali (vedi sezione risorse digitali alla fine del presente documento).

Considerato che si è deciso di fornire agli studenti risorse didattiche da analizzare prima delle lezione

d'aula, è opportuno che il docente si assicuri dell'effettivo svolgimento dell'attività richiesta invitando gli studenti ad esprimere le loro considerazioni in merito ai materiali proposti e a segnalare eventuali punti poco chiari. Pertanto, gli alunni, almeno tre giorni prima della lezione d'aula, dovranno esporre le loro considerazioni come risposta ad un compito Moodle/EdModo. Il docente dovrà verificare i feedback di tutti i suoi studenti, ricordando la scadenza del compito ad eventuali alunni ritardatari.

Quali attività si intendono svolgere in aula:

In primo luogo, il docente, una volta in aula, sottoporrà agli alunni un test tramite KAHOOT (link: <http://youtu.be/z2aUZk1Z5Gk>).

Il docente, dopo aver analizzato le risposte date dagli alunni alle domande proposte nel video ed alle domande formulate col test, formerà dei gruppi mettendo insieme gli alunni che hanno espresso opinioni discordanti tra loro, in modo tale da favorire il confronto fra pari. Successivamente, il docente dovrà invitare gli studenti, che a turno avranno espresso la propria posizione e ascoltato le osservazioni dei compagni, a formulare una risposta comune. Il docente dovrà avvicinarsi ai vari gruppi, mentre gli alunni si stanno confrontando, ascoltare le varie opinioni ed aiutare a superare le difficoltà riscontrate, fornendo, altresì, indicazioni non risolutive, qualora richieste. Al termine del confronto, trascorso il tempo stabilito per il lavoro di gruppo (circa 40 minuti), il docente chiederà ai vari gruppi di esporre rispettivamente la propria soluzione, li inviterà a confrontarsi, intavolando una discussione, da lui guidata, sui diversi risultati raggiunti e su quale, fra le soluzioni proposte, potrebbe risultare corretta. Infine, il docente farà il punto della situazione, chiarendo i termini della discussione e gratificando gli alunni e i gruppi che avranno fornito le soluzioni più ragionate.

Quali attività di verifica degli apprendimenti concludono l'attività didattica:

Al fine di consolidare gli apprendimenti e lo sviluppo delle competenze il docente sottoporrà agli alunni delle prove formative e sommative. Gli alunni dovranno affrontare un compito autentico (vedi testo sotto riportato) ed una prova strutturata contenente items vero/falso, a risposta multipla, corrispondenze e completamenti (vedi prova sotto riportata).

Per approfondire e consolidare ulteriormente l'argomento dell'UdA, verrà proposto agli alunni di affrontare un'esperienza costruttiva, ovvero la realizzazione di un aquilone. Gli alunni dovranno realizzare il manufatto rispettando quanto più possibile le misure ed il modello assegnati, pena il fallimento dell'esperimento. Infatti, nel verificare se l'aquilone realizzato prenderà il volo, gli alunni percepiranno i concetti e le problematiche relativi alla portanza, resistenza, etc. e la delicatezza della progettazione dei mezzi e degli oggetti che tali principi utilizzano per funzionare.

In che modo l'approccio proposto differisce dal suo approccio tradizionale?

Generalmente l'argomento viene proposto agli studenti come una questione meramente teorica, basata sull'applicazione di principi fisici. Tale approccio potrebbe risultare ostico e poco stimolante, poiché gli alunni si trovano ad affrontare una problematica complessa la cui risoluzione richiede la conoscenza e lo studio di principi della fisica. Gli studenti, pertanto, potrebbero risultare poco interessati all'argomento, considerata la meccanicità con la quale lo stesso viene proposto.

Tramite l'applicazione dell'approccio *flipped*, l'attenzione e lo studio degli alunni vengono stimolati attraverso la visione di un video (che tratta problematiche reali) e tramite la richiesta di effettuare una prova sperimentale in modo tale da suscitare interesse e curiosità verso l'argomento al fine di dare una risposta ai quesiti posti. Consultando il materiale arriveranno alla comprensione del fenomeno attraverso sperimentazioni, ricerche ed osservazioni.

**Prerequisiti:**

- possedere conoscenze elementari relative ai mezzi di trasporto più comuni;
- possedere conoscenze elementari relative alle infrastrutture di trasporto;
- conoscere i principi fondamentali dell'ecologia;
- saper leggere disegni e schemi di funzionamento;
- saper realizzare prototipi in scala adeguata;
- conoscere i sistemi informativi ed informatici;
- conoscere i principali software per la realizzazione di presentazioni digitali.

**Obiettivi:**

- possedere conoscenze scientifiche che regolano il fenomeno del volo;
- conoscere la struttura e la tecnica dell'aeroplano e dell'aquilone;
- conoscere i problemi relativi all'inquinamento causato all'ambiente dal trasporto aereo;
- comprendere e saper utilizzare i termini specifici di questa UdA.

**Osservazioni in merito alla progettazione della Uda:**

La presente unità di apprendimento coinvolge, oltre la materia di tecnologia, anche altre discipline.

Per quanto riguarda la lingua inglese verrà proposto agli studenti di ascoltare un dialogo che avviene all'interno di un aeroporto tra madre e figlio, in cui il bambino incuriosito dagli aeroplani pone alla madre diverse domande alle quali la stessa non riesce a dare una risposta. La traccia audio viene accompagnata da un brano scritto e da una serie di vocaboli inerenti il tema in questione.

Relativamente alla materia afferente l'arte, viene proposta l'analisi e lo studio di un brano corredato da diverse immagini riguardanti il Codice del Volo di Leonardo da Vinci.

Per quanto attiene alla materia di scienze verrà proposto di affrontare la tematica della pressione atmosferica, illustrando, ad esempio, perché le cabine degli aerei sono pressurizzate, ossia mantenute a pressione superiore a quella esterna.

Per quanto attiene la materia di Storia verrà suggerito di approfondire le tappe dell'evoluzione tecnologica dei mezzi di volo aerei.

## COMPITO AUTENTICO

### Competenze attese:

acquisire ed interpretare le informazioni, collaborare e partecipare, progettare, comunicare, agire in modo autonomo e responsabile, risolvere problemi.

### Consegna operativa:

#### **Prima di partire, pensa!**

Alla fine di questo ciclo di istruzione come premio per l'impegno profuso in questi anni, la classe sarà accompagnata nel mese di maggio da alcuni professori in gita scolastica.

Lavorando in gruppi di 5 persone, individuate quali sono i luoghi del nostro Paese che vorreste scoprire.

L'obiettivo del compito è quello di progettare la vostra gita scolastica, costruendo dei testi descrittivi dei siti da visitare, telefonare per verificare gli orari di apertura e chiusura dei musei, gli orari dei mezzi di trasporto, calcolare i costi del viaggio ed in particolare, facendo ricorso alle conoscenze da voi possedute in ambito di mezzi di trasporto, scegliere quelli più adeguati alle vostre esigenze motivandone specificatamente le scelte.

Dovrete produrre una presentazione digitale che riassume il processo svolto, a partire dalla scelta del sito fino alla conclusione delle gita scolastica, che riesca a convincere i vostri compagni di classe alla scelta del vostro tour. In base ad una votazione effettuata alla fine di tutte le vostre presentazioni, verrà scelta la gita che sarà realmente svolta.

Buon lavoro!

### Prodotto atteso:

Presentazione di una gita ai compagni di classe

### Tempo:

L'attività occuperà 1 ora di lezione per quattro settimane durante il mese di marzo nelle disciplina di tecnologia, considerato che la gita si svolgerà nel mese di maggio.

Ciascun docente delle altre discipline coinvolte valuterà il tempo da dedicare allo svolgimento del compito autentico.

## RUBRICA DI VALUTAZIONE

DIMENSIONE	INDICATORE
<b>CAPACITÀ DI COMPRENDERE LA CONSEGNA</b>	Ascolta e comprende le istruzioni orali
<b>CAPACITÀ DI ACQUISIZIRE LE INFORMAZIONI</b>	Consulta siti internet Acquisisce e seleziona le informazioni
<b>CAPACITÀ DI ORGANIZZAZIONE DEI CONTENUTI</b>	Sa pianificare il lavoro da svolgere secondo una chiara logica
<b>CAPACITÀ DI ESPORRE LA PRESENTAZIONE</b>	Espone i contenuti con chiarezza e proprietà di linguaggio
<b>CAPACITÀ DI AUTOREGOLAZIONE DEI TEMPI</b>	Rispetta i tempi previsti per la produzione dell'elaborato
<b>CAPACITÀ DI COLLABORAZIONE TRA PARI E INTERAZIONE NEL GRUPPO</b>	Sa relazionarsi con i componenti del gruppo, interagendo costruttivamente
<b>CAPACITÀ DI RICONOSCERE IL VALORE DEL LAVORO ALTRUI E DI RECEPIRE LE OSSERVAZIONI SUL PROPRIO ELABORATO</b>	Sa valutare il lavoro altrui secondo criteri stabiliti e sa recepire le osservazioni degli altri riferite al proprio elaborato

DIMENSIONI	PIENO	ADEGUATO	PARZIALE
<b>CAPACITÀ DI COMPRENDERE LA CONSEGNA</b>	Ascolta e comprende le istruzioni orali in modo autonomo e consapevole	Ascolta e comprende le istruzioni orali in modo abbastanza autonomo	Ascolta e comprende le istruzioni orali ma necessita della guida del docente
<b>CAPACITÀ DI ACQUISIZIRE LE INFORMAZIONI</b>	Acquisisce e seleziona autonomamente un gran numero di informazioni	Acquisisce e seleziona gran parte delle informazioni	Acquisisce e seleziona informazioni inadeguate o parzialmente adeguate e necessita della guida del docente
<b>CAPACITÀ DI ORGANIZZAZIONE DEI CONTENUTI</b>	Organizza i contenuti secondo una precisa logica e rielabora le conoscenze in modo originale	Organizza i contenuti secondo una precisa logica	Organizza i contenuti in modo approssimativo e necessita della guida del docente
<b>CAPACITÀ DI ESPORRE LA PRESENTAZIONE</b>	Espone i contenuti con chiarezza e proprietà di linguaggio	Espone i contenuti con chiarezza	Espone i contenuti in modo non sempre chiaro e necessita della guida del docente
<b>CAPACITÀ DI AUTOREGOLAZIONE DEI TEMPI</b>	Rispetta i tempi previsti	Rispetta quasi sempre i tempi previsti	Fatica a rispettare i tempi previsti e necessita della guida del docente
<b>CAPACITÀ DI COLLABORAZIONE TRA PARI E INTERAZIONE NEL GRUPPO</b>	Partecipa apportando il proprio contributo, promuovendo iniziative originali	Partecipa apportando raramente il proprio contributo, ascoltando gli altri in maniera superficiale	Si adegua al gruppo, partecipando alle attività solo se spronato dal docente
<b>CAPACITÀ DI RICONOSCERE IL VALORE DEL LAVORO ALTRUI E DI RECEPIRE LE OSSERVAZIONI SUL PROPRIO ELABORATO</b>	Sa valutare autonomamente il lavoro altrui secondo criteri stabiliti in precedenza e sa recepire in modo costruttivo le osservazioni altrui relative al proprio elaborato	Sa valutare il lavoro altrui secondo criteri stabiliti in precedenza, recependo con difficoltà le osservazioni degli altri sul proprio elaborato	Sa valutare il lavoro altrui solo se guidato dal docente e non recepisce le osservazioni degli altri sul proprio elaborato

## PROVA STRUTTURATA

La prova è costituita da n. 26 items, la cui tipologia è indicata nella tabella sotto riportata. Non è prevista nessuna penalizzazione per le risposte sbagliate, né è stato chiesto allo studente di argomentare le scelte compiute.

La presente prova strutturata assume una funzione di valutazione formativa.

Tipo di items	Numero items	Peso assegnato	Punteggio massimo parziale
Vero/falso	4	1	4
Corrispondenze	12	2	24
Scelte multiple con quattro risposte di cui una esatta	5	3	15
Completamenti	5	1	5
Totale items	26	--	48

**Tempo massimo:** 30 minuti

### ITEM "VERO/FALSO"

**Finalità:** Consente di rilevare la capacità di riproduzione del sapere

**Indica se le seguenti affermazioni sono vere (V) o false (F).**

1. Il flusso d'aria agisce solo sul dorso dell'ala dell'aereo

 V F

2. Le ali sono gli organi sostenitori dell'aereo

 V F

3. La portanza si oppone al peso dell'aereo

 V F

4. Il funzionamento dell'aereo si basa sul principio di Archimede

V

F

### ITEM a "CORRISPONDENZA"

Finalità: consente di rilevare la capacità di effettuare e cogliere relazioni tra parti

Osserva l'aeroplano e metti in relazione i numeri del disegno con le didascalie suggerite.

a- fusoliera

b- ala

c- cabina di prima classe

d- timone di direzione

e- cabina di pilotaggio

f- turboreattore

g- alettone

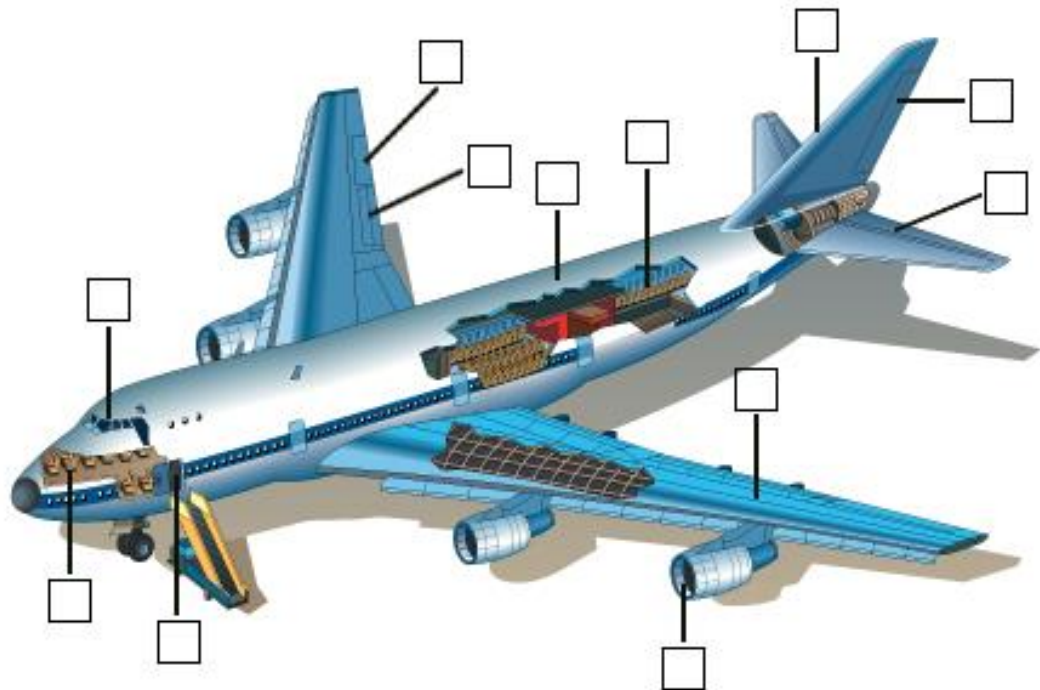
h- deriva

i- timone di profondità

l- flap

m- portello

n- cabina di classe turistica



## ITEM a "SCELTA MULTIPLA"

Finalità: consente di verificare conoscenze, comprensione, capacità di analisi

Indica con una x la risposta esatta

1. Su quale principio fondamentale si basa il volo di un aereo?
  - a. sulla trazione del motore
  - b. sulla forza centrifuga
  - c. sulla forza centripeta
  - d. sulla portanza
  
2. Come si chiama la parte dell'aereo che contiene sia le persone che il carico?
  - a. ipersostentatore
  - b. carrello
  - c. fusoliera
  - d. flap
  
3. Quale tipo di motore utilizza la maggior parte degli aerei?
  - a. motore a scoppio
  - b. motore a reazione
  - c. motore ad iniezione
  - d. motore ad aria
  
4. La resistenza che si oppone al moto dell'aereo da cosa viene equilibrata?
  - a. vento
  - b. motori
  - c. ali
  - d. timone



5. Quale organo dell'aereo genera la propulsione?

- a. ali
- b. timone
- c. motore
- d. carrello

### ITEM a "COMPLETAMENTO"

**Finalità: consente di verificare conoscenze di tipo mnemonico e di rilevare la capacità di ricomporre in sequenza logica un brano**

**Completa il testo che segue, scrivendo negli appositi spazi i termini mancanti, scegliendoli tra quelli elencati di seguito:**

densa, carburante, altitudine, reazione, velocità, bagaglio, massa, tempo, rarefatta, portanza

Gli aeroplani volano grazie alla ..... delle loro ali, cioè alla forza che quando si muovono a grande ....., li spinge verso l'alto e vince il loro peso.

Dopo il decollo salgono in alta quota, dove l'aria è più ..... ed oppone meno resistenza al volo, così si risparmia .....

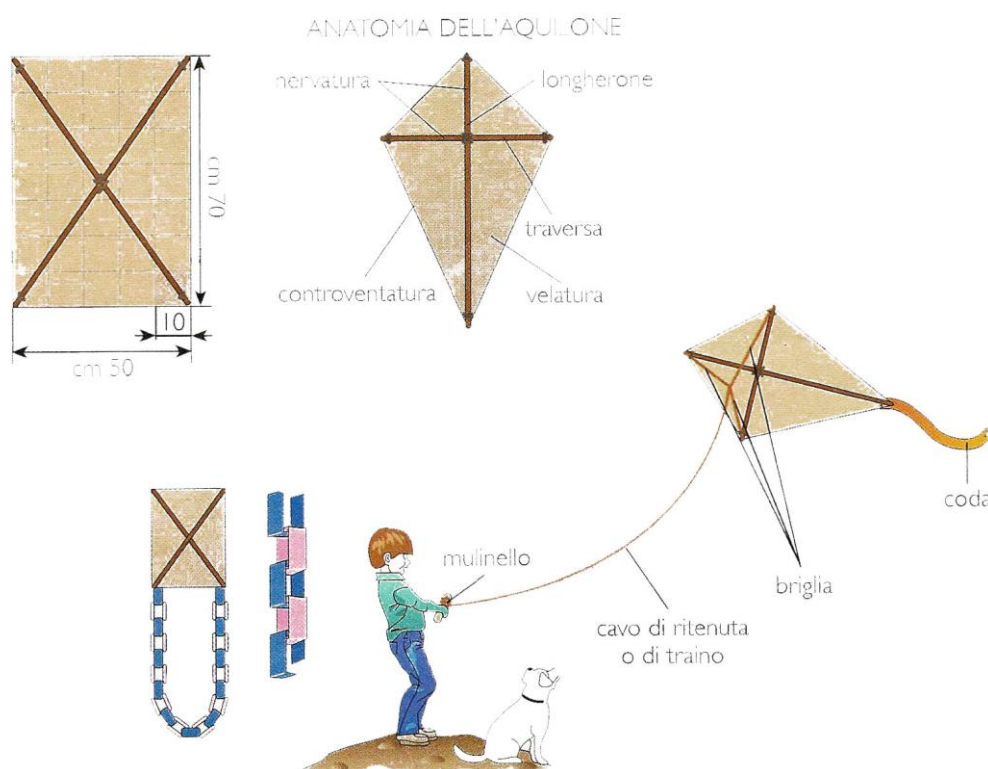
I motori jet degli aerei sono detti anche «.....», perché ricevono una spinta in avanti emettendo all'indietro i gas di scarico.

## ESPERIENZA COSTRUTTIVA: REALIZZAZIONE DI UN AQUILONE

Seguendo lo schema, costruire l'armatura dell'aquilone. Preparare la controventatura con un filo che segue il perimetro dell'aquilone e legarlo alla nervatura. Ritagliare la carta lasciando tutto attorno un margine, ripiegare la carta in eccesso e fissarla alla corda; rinforzare le punte con lo scotch. Con tre fili costruire le briglie: servono per distribuire sull'aquilone le forze di trazione. Fissarle in tre punti: al centro e ai due vertici. Legare le briglie al filo di traino che deve essere resistente, molto leggero e lungo almeno 20 m. Applicare la coda che può essere costituita da una catena di anelli di carta, da nastri, ecc... (le code devono essere circa sette volte la lunghezza dell'aquilone). L'aquilone è pronto, perché si alzi occorre il vento. Raccogli i dati della tua esperienza in una tabella.

Materiale:

- due bastoncini di legno o canne di bambù (si trovano nei negozi di modellismo)
  - un foglio di carta velina o carta oleata oppure un sacchetto di plastica (vanno bene quelli della spazzatura)
  - un rocchetto di filo per cucire in poliestere (è molto resistente)
  - nastro adesivo
  - forbici
  - un mulinello per avvolgere il cavo
- colla



<http://www.raiscuola.rai.it/articoli/il-volo-la-portanza/3521/default.aspx>

Video di Rai scuola in cui vengono ripercorse le tappe del volo umano

<http://www.focus.it/tecnologia/innovazione/perche-un-aereo-vola>

Perché un aereo vola?

<http://www.focus.it/cultura/curiosita/perche-vola-un-aquilone>

Perché vola un aquilone?

<http://Inx.sinapsi.org/public/portanza.swf>

Animazione esplicativa del principio della portanza

<http://www.nogeoingegneria.com/tecnologie/carbon-capture/aerei-e-navi-emettono-di-tutto-ma-tutti-a-far-finta-di-niente/>

Inquinamento ambientale provocato dai trasporti aerei



traccia audio  
inglese.mp3

## LESSON FIFTEEN

### 15° LEZIONE

#### AT THE AIRPORT

Mrs. Clark and Colin have just reached London airport, after catching a taxi from the air-terminal. Since they have already booked their seats and bought their tickets, they have got some time to spare. Colin manages to persuade his mother to take him outside where he can see all the aeroplanes landing and taking off. It's his first visit to an airport, and he is thrilled by what he sees. « Where does that plane come from, mummy? » he asks his mother. « What kind of plane is that? » « Which is the plane going to Rome? » « Who is that man coming down the gangway? » And poor Mrs. Clark has to explain everything. « Well, you see Colin, that plane has just flown in from Zurich; and those are passengers getting out and walking across the runway ». But when Colin asks her how the engines work, what makes the propellers go round, and why jets do not have propellers Mrs. Clark confesses that she doesn't know.

#### ALL'AEROPORTO

La signora Clark e Colin hanno appena raggiunto l'aeroporto di Londra, dopo aver preso un tassì dall'aerostazione. Poichè hanno già prenotato i loro posti e comprato i loro biglietti, hanno un po' di tempo libero. Colin riesce a persuadere sua madre a portarlo fuori, dove può vedere tutti gli aeroplani che atterrano e decollano. E' la sua prima visita a un aeroporto, ed è eccitato da ciò che vede. « Da dove viene quell'aereo, mamma? » chiede a sua madre. « Che genere di aeroplano è quello? » « Qual è l'aeroplano che va a Roma? » « Chi è quell'uomo che scende la scaletta? » E la povera signora Clark deve spiegare ogni cosa. « Be', vedi,

Colin, quell'aeroplano è appena arrivato da Zurigo; e quelli sono passeggeri che escono e attraversano la pista ». Ma quando Colin le chiede come funzionano i motori, che cosa fa girare le eliche, e perchè i reattori non hanno eliche, la signora Clark confessa che non lo sa.

## VOCABULARY

aeroplane  
air  
airport  
air-terminal  
cockpit  
engine  
excess  
flight  
fuselage  
gangway  
kind  
passport  
pilot  
poor  
propeller  
small  
seat  
runway  
taxi  
visit  
weight  
wing

## VERBS

to book  
to confess

## VOCABOLARIO

*aeroplano*  
*aria*  
*aeroporto*  
*aerostazione*  
*carlinga*  
*motore*  
*eccesso*  
*volo*  
*fusoliera*  
*scaletta, passerella*  
*gentile*  
*passaporto*  
*pilota*  
*povero*  
*elica*  
*piccolo*  
*sedia, posto*  
*pista*  
*tassì*  
*visita*  
*peso*  
*ala*

## VERBI

*prenotare*  
*confessare*

to explain	<i>spiegare</i>
to fly - flew - flown	<i>volare</i>
to land	<i>atterrare</i>
to manage	<i>riuscire, cavarsela</i>
to persuade	<i>persuadere</i>
to spare	<i>risparmiare</i>

#### PHRASES

to be thrilled  
to check in  
to go round  
to take off  
a kind of  
and then what?  
what time is it?

#### FRASEOLOGIA

*essere eccitato*  
*controllare*  
*girare*  
*decollare*  
*una specie di*  
*e poi? e allora?*  
*che ora è?*

### GRAMMAR GRAMMATICA

#### MODEL SENTENCES

#### FRASI MODELLO

Who wrote this letter?	<i>Chi ha scritto questa lettera?</i>
Who did you see last night?	<i>Chi hai visto ieri sera?</i>
Who did you buy this ticket for?	<i>Per chi hai comprato questo biglietto?</i>
Whose ticket is this?	<i>Di chi è questo biglietto?</i>
What happened to you?	<i>Che cosa ti accadde?</i>
What did you answer?	<i>Che cosa rispondesti?</i>
How much did you pay?	<i>Quanto pagasti?</i>
How many tickets have you bought?	<i>Quanti biglietti hai comprato?</i>

Strumento per trovare il centro di gravità; uccelli con lettere dell'alfabeto; foglia di gesso disegnata a sanguigna; uccello con sotto figure di otri, insieme a note manoscritte (1505 circa); Codice sul volo degli uccelli, ff. 15 v e 16 r.

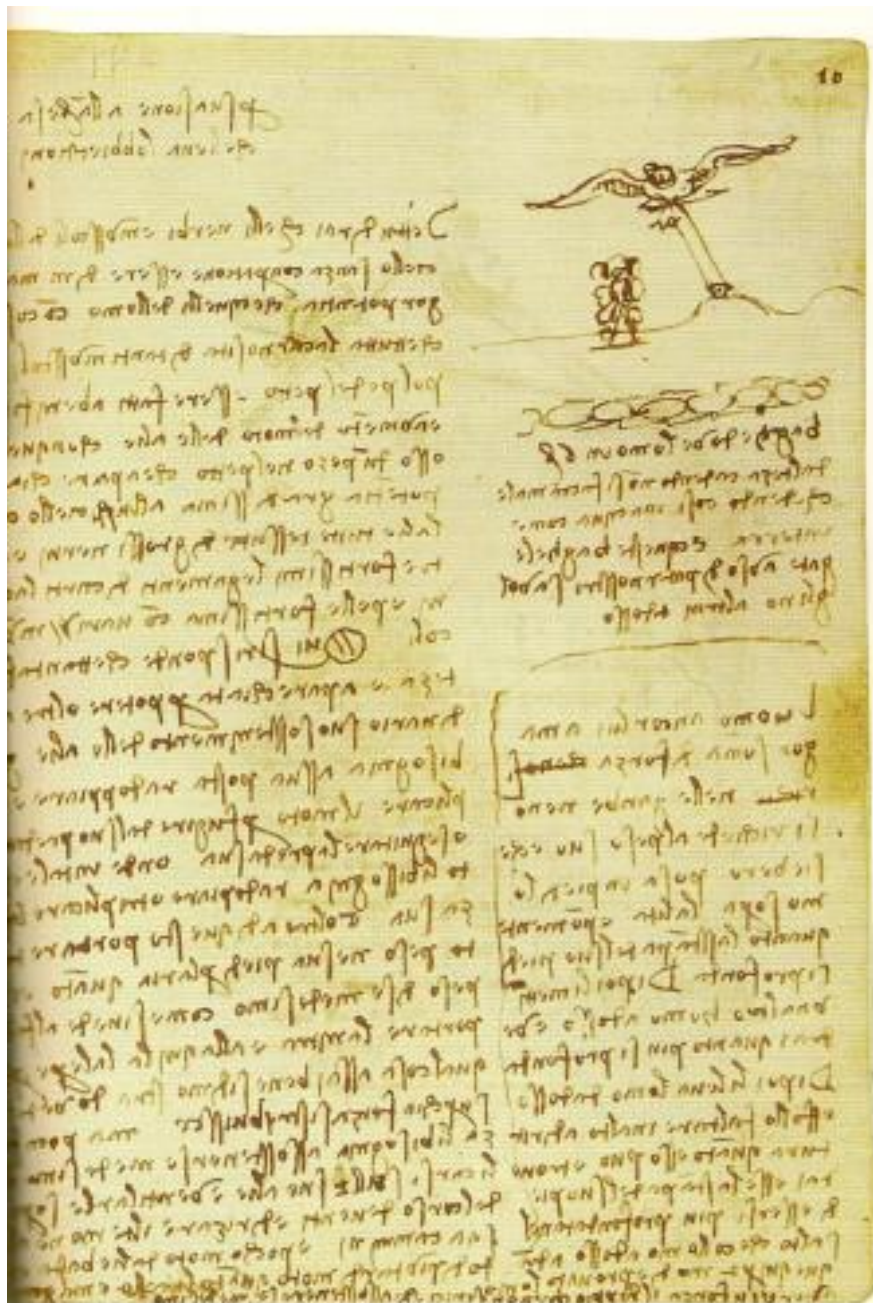
Dopo gli estesi e infruttuosi studi sul volo artificiale che caratterizzano il periodo trascorso a Milano, Leonardo si dedica allo studio del volo degli uccelli subito dopo il ritorno a Firenze nel 1500. Nel 1505 compila nutrite osservazioni sul comportamento degli uccelli in rapporto al vento, poi in gran parte raccolte nel codicetto del quale si riproducono qui alcuni disegni. La mente di Leonardo procede per analogie: «Quell'uccello si leverà in alto, il quale con moto circolare, a uso di vite, farà il moto refresso contro all'avvenimento del vento». Ecco il moto a spirale nel quale Leonardo riconosce la vitalità della natura. Lo vede nei vortici dell'acqua, nel moto del sangue e dei capelli, e lo vede nella disposizione dei rami nelle piante, scoprendo la legge della fillostassi che nella botanica moderna porta il suo nome. È la stessa forza vitale che Leonardo esprime, proprio a quel tempo, nell'atteggiamento serpentino



### Codice sul volo degli uccelli

Torino, Biblioteca reale

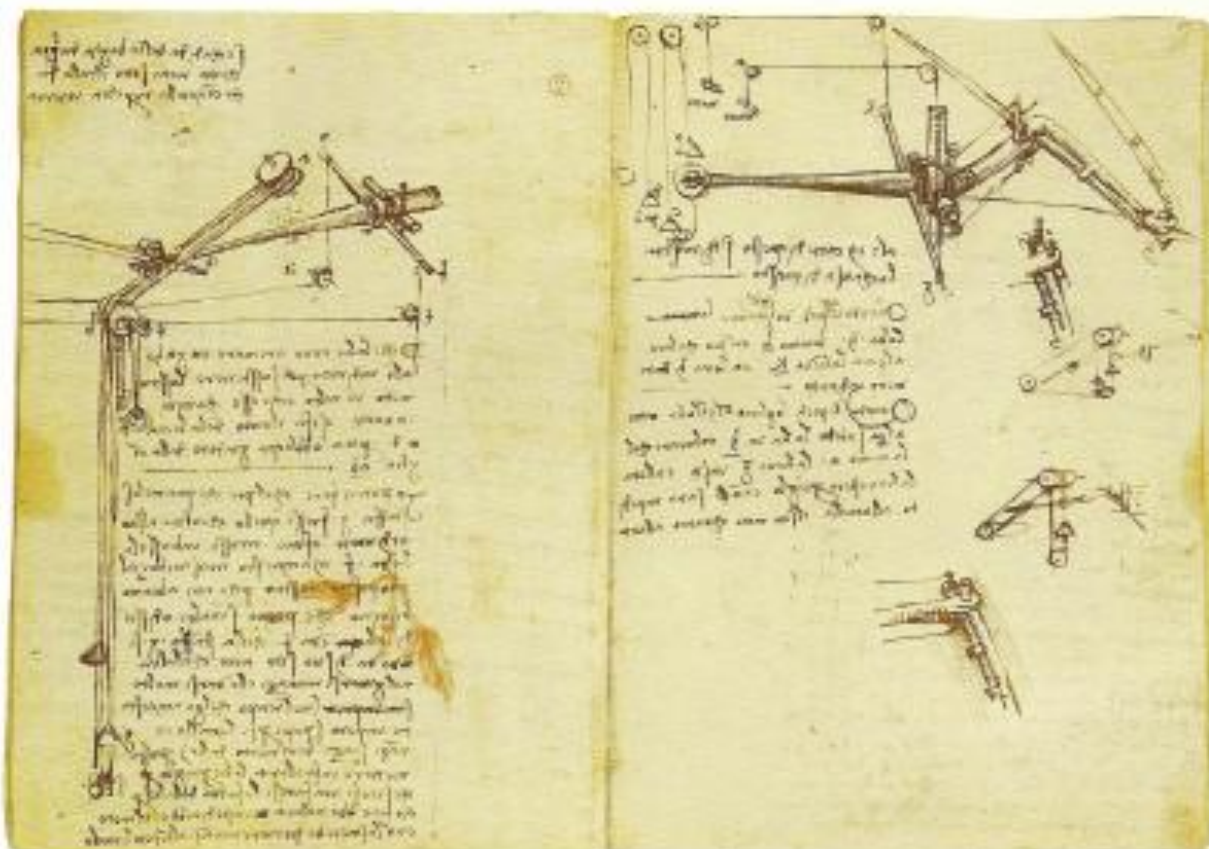
È un codice di piccolo formato (cm 21 x 15) che al momento della donazione dell'Arconati alla Biblioteca ambrosiana (1637) faceva parte del manoscritto oggi segnato con la let-



della *Leola col cigno*, oppure nella vorticosa impetuosità dei cavalli nella *Battaglia di Anghiari*. È anche di quel tempo, attorno al 1505, l'idea di un aliante, che avrebbe dovuto spiccare il volo dalla cima del monte Ceceri, a Fiesole presso Firenze. Nei fogli qui a fianco riprodotti, oltre agli studi sul centro di gravità degli uccelli, da applicare poi alla macchina volante, Leonardo si dedica a confutare coloro che gli muovono critiche titolando una nota: «*Persuasione alla 'impresa, che leva l'obbiezioni*». La forte struttura pettorale degli uccelli, afferma, serve a «*fuggire dal suo predatore o seguire la preda sua [...]* ma poca forza li bisogna a sostenere se medesimo e bilicarsi sulle sue alie e ventilarle sopra del corso de' venti». Riprende così forza la sua idea della macchina volante, ma, per precauzione, Leonardo arriva a proporre che l'uomo pronto a spiccare il volo venga protetto con «*baghe*» (cioè orti) avvolte attorno al corpo.

tera B. Infatti nell'atto di donazione si legge: «Nel fine di esso libro [il Manoscritto B] vi è un altro volumetto di varie figure Matematiche, e uccelli di carte dieci otto, cucito dentro della medesima carta pergamena [cioè la copertina del Manoscritto B]». Giunto così "cucito" alla biblioteca dell'Institut de France in seguito alla razzia napoleonica, li venne asportato a opera di Guglielmo Libri che poi lo smembrò vendendone cinque fogli





in Inghilterra. Il resto del codice, ormai di solo 13 fogli, fu acquistato nel 1867 dal conte Giacomo Manzoni di Lugo e dai suoi eredi venduto al principe russo Teodoro Sabachnikoff che ne curò la prima edizione a stampa dopo avere recuperato uno dei cinque fogli mancanti. Nel 1893 il Sabachnikoff fece dono del manoscritto alla famiglia Savoia. Collocato nella Biblioteca reale di Torino, fu integrato delle quattro carte mancanti tra il 1903 e il 1920 e rilegato nel 1967.

Il nome del manoscritto spiega abbondantemente il contenuto: principalmente studi sul volo degli uccelli, abbinati a note sulla gravità e la scienza dei pesi da ritenersi direttamente collegate ai tentativi di costruzione della macchina volante. La data 1505 presente nel codice specifica la cronologia anche in relazione al progetto della macchina volante: dapprima pensata a battito alare e perciò mossa dall'energia dei muscoli umani, a questa data viene invece concepita come un alante capace di sfruttare le correnti d'aria. Da qui gli studi per una grande ala a giunti snodabili esemplata su quella dei pipistrelli, con disegni giustamente famosi per quanto ipotecano il futuro dell'uomo. Nell'interno della seconda coperta, insieme a note di spesa e disegni architettonici per il progetto della villa suburbana con giardini e giochi d'acqua di Charles d'Amboise, governatore francese di Milano, compare anche la celebre profezia sul volo umano: «Piglierà il primo volo il grande uccello [cioè la macchina volante], / sopra del dosso del suo magno Cècero, / empiendo di sua fama tutte le scritture, / e gloria eterna al nido dove nacque».

**Qui sopra:**  
disegni per congegno di rotazione dell'ala (1505 circa);  
Codice sul volo degli uccelli, ff. 16 v e 17 r.

**L'ala della macchina volante deve essere dotata di congegni capaci di porla di taglio rispetto alla forza del vento -perchè l'alie hanno a remare in giù e all'indietro per sostenere lo strumento in alto e che esso cammini innanti-.**

**Nella pagina a fianco:**  
uccelli che sfruttano le correnti aeree nelle loro evoluzioni (1505 circa);  
Codice sul volo degli uccelli, f. 8 r.

Handwritten text in a cursive script, likely a medieval manuscript. The text is arranged in several lines, with some words appearing to be in a different script or dialect. A horizontal line is drawn below the first section of text.



Handwritten text in a cursive script, continuing the text from the first section. A horizontal line is drawn below this section.



Handwritten text in a cursive script, continuing the text. A horizontal line is drawn below this section.



Handwritten text in a cursive script, continuing the text. A horizontal line is drawn below this section.

Handwritten text in a cursive script, continuing the text. A horizontal line is drawn below this section.



Handwritten text in a cursive script, continuing the text. A horizontal line is drawn below this section.



## CENNI STORICI

### Aria, emisferi e cavalli

L'esistenza della pressione atmosferica venne per la prima volta dimostrata da Otto von Guericke a Magdeburgo attorno al 1650. Questo il principio: se si fa il vuoto all'interno di due emisferi metallici dagli orli ben aderenti, diventa estremamente difficile separarli perché la pressione atmosferica esterna li comprime l'uno contro l'altro. (È sufficiente tuttavia una minima infiltrazione di aria perché la pressione interna divenga uguale a quella esterna e allora uno sforzo minimo sarà sufficiente ad allontanare i due emisferi). Nell'esperienza di Magdeburgo gli emisferi erano di notevole raggio e a perfetta tenuta: ci volle la forza di otto coppie di cavalli per staccarli (vedi foto sotto).



### Quanto vale la pressione atmosferica?

Spetta a Evangelista Torricelli il merito di avere per primo escogitato un metodo ingegnoso per misurare la pressione atmosferica. Egli prese una canna di vetro di un metro di lunghezza, chiusa a una estremità, e la riempì di mercurio. Quindi, tenendo chiusa l'altra estremità con un dito, la capovolse e ne immerse l'imboccatura in una vaschetta contenente

l'acqua. I corpi grandi e leggeri, come le mongolfiere, "volano" grazie all'aria calda contenuta nel loro involucro.

il puro mercurio. Lo scienziato fece in modo che la bocca del tubo non toccasse il fondo della vaschetta e osservò che il mercurio discendeva nella canna di vetro, ma che la discesa si arrestava ad ogni prova quando il dislivello tra il liquido contenuto nella vaschetta e la superficie libera del mercurio nel tubo era di circa 760 mm. Questo lo portò a concludere che la pressione atmosferica è uguale alla pressione esercitata da una colonna di mercurio alta 76 cm.



# La pressione atmosferica

## Evangelista Torricelli

Evangelista Torricelli nasce a Faenza (Ravenna) nel 1608. Compiuti i primi studi, nella città natale, nel 1627 su consiglio di uno zio paterno, monaco camaldolese, si reca a Roma a studiare matematica presso la scuola di Benedetto Castelli, discepolo prediletto del grande Galileo. Qui egli ha modo di conoscere i lavori e il pensiero del grande maestro tanto che, appassionato agli studi di fisica, diventa in breve uno dei più illustri scienziati del tempo. Viene presentato a Galileo e lo segue come coadiutore nella sua villa ad Arcetri, assistendolo negli ultimi anni della sua vita. In seguito alla morte del grande maestro, ne continua

l'opera, perfezionando gli studi di ottica. Nel 1643 esegue la famosa esperienza sulla pressione atmosferica che lo ha reso giustamente famoso nei secoli. Muore a Firenze nel 1647 a soli 39 anni.

Schema del barometro a mercurio.



## L'avventura del volo

Dopo il famoso mito di Dedalo ed Icaro e i primi studi sul volo compiuti attorno al 1480 da Leonardo da Vinci, si è dovuto aspettare fino alla fine del XVII secolo, quando, nel 1783, i fratelli Montgolfier mandarono in cielo un enorme pallone del diametro di undici metri pieno di aria calda con a bordo una pecora, un gallo, un'anatra. Nel 1877 Enrico Forlanini costruì l'elicottero, primo mezzo più pesante dell'aria capace di innalzarsi con mezzi propri. Nel 1897 si alzò in volo il primo dirigibile Zeppelin, dall'involucro reso rigido da una struttura di alluminio e il cui interno era a compartimenti pieni di gas. Nel 1903 infine i fratelli Wright riuscirono a far volare il primo aeroplano a motore provvisto di ali e di timoni regolabili per mezzo di cavi manovrati dal pilota.

Eventi storici si possono considerare, all'inizio del secolo, la traversata della Manica (Bérieret 1909), la trasvolata delle Alpi (Chaves 1910), e quella dell'Atlantico (Lindberg 1927, New York-Parigi in 33 ore e 39 minuti).

Il primo aereo azionato ad eliche mosse da un motore a scoppio alimentato a benzina è quello costruito dai fratelli Wright nel 1903 (foto a lato).

## Il peso dell'aria

L'involucro gassoso che circonda la Terra ha un peso: tale peso altro non è che la **pressione atmosferica**.

L'espressione numerica del peso dell'aria ti stupirà: l'uomo infatti non può accorgersi della pressione esercitata su di lui dall'aria in quanto la stessa è controbilanciata dalla pressione interna dovuta all'aria e ai vari liquidi presenti nel corpo umano. Calcoli molto precisi hanno rilevato che *il peso dell'atmosfera è equivalente a quello di una lastra di granito delle dimensioni rappresentate in figura* per cui il peso complessivo risulterebbe di oltre  $5 \times 10^{15}$  tonnellate!

Per tornare a cifre più vicine a valori che ci sono familiari, sappi che **un litro d'aria - in condizioni normali - pesa circa 1,3 grammi**.

## Il volume dell'aria

Abbiamo già visto che *l'aria occupa spazio*. Se hai ancora qualche dubbio, prova a pensare ai pneumatici della tua bicicletta: la "camera d'aria" si affloscia quando non è riempita di aria, mentre se tu la gonfi per bene può sostenere tranquillamente persino il peso di due persone! Dunque **l'aria occupa un volume**.

Tuttavia, a differenza dei corpi solidi e liquidi, l'aria, come tutte le sostanze gassose, si lascia comprimere e di conseguenza **il volume di una certa quantità d'aria diminuisce se viene compressa, aumenta quando essa viene lasciata libera di espandersi**.

Per mezzo di esperimenti, gli studiosi hanno potuto constatare che *l'aria si dilata facilmente quando venga riscaldata*.

## La resistenza dell'aria

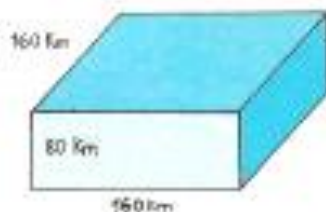
L'aria, e con essa tutti i fluidi, presenta una certa viscosità, ossia un attrito tra le particelle che la costituiscono come pure tra l'aria stessa e le superfici con cui viene a contatto. Per questo ogni corpo che si muove nell'aria si trova ostacolato da una forza che dipende:

- dalla forma del corpo;
- dalla velocità di avanzamento;
- dalla densità dell'aria.

Tu stesso puoi sperimentare facilmente quanto detto. Procurati un ombrello e prova a correre, prima con l'ombrello chiuso, poi con l'ombrello aperto dietro le spalle. Noterai subito quanto varia la **resistenza al moto** nei due casi e anche, provando a correre più in fretta, quanto influisca su tale resistenza la tua velocità di avanzamento.

Lo studio delle forze che si oppongono al moto nei fluidi è fondamentale per la costruzione di navi, aerei, deltaplani, alianti, paracadute, ma anche tute, caschi e tutti i corpi insomma che devono vincere, o almeno attenuare, la resistenza dell'aria.

## Il peso dell'atmosfera



Esso è equivalente al peso di un blocco di granito (schematizzato in figura). Proviamo ora a fare un po' di conti. Il volume del parallelepipedo è  $80 \times 160 \times 160 = 2048000 \text{ km}^3 = 2 \times 10^9 \text{ km}^3 = 2 \times 10^{18} \text{ m}^3$  e, assumendo per il peso specifico del granito il valore 2,5, otteniamo  $2 \times 10^{18} \times 2,5 = 5 \times 10^{18}$  tonnellate.



## La resistenza dell'aria.

Moser prova la sua speciale bicicletta nella galleria del vento, un particolare impianto utilizzato per studiare l'aerodinamicità degli oggetti.

## La pressione atmosferica e il barometro

L'aria dunque pesa. Poiché si definisce pressione la forza ( $F$ ) esercitata sull'unità di superficie ( $S$ ), potremo esprimere la pressione atmosferica  $p$  con la relazione  $p = F/S$  e definirla come la spinta che le particelle dei gas costituenti l'atmosfera esercitano sulla superficie dei corpi.

Nel Sistema metrico internazionale (SI) l'unità di misura della pressione è il *pasca* (Pa): esso è dato dal rapporto di un newton (cioè l'unità di misura della forza) su una superficie (misurata in metri quadrati), cioè  $\text{Pa} = \text{N/m}^2$ .

Altre unità di misura di questa grandezza sono:

l'**atmosfera (atm)** essendo 1 atmosfera = 1033 g/cm = 1,033 hg/cm<sup>2</sup>

il **millibar (mb)** essendo 1 millibar = circa 1/1000 di atmosfera

il **torr** essendo 1 torr = 1/760 di atmosfera.

Lo strumento che misura la pressione atmosferica è il **barometro**.

Il **barometro a mercuria** deriva direttamente dall'esperienza di Torricelli. In questo strumento la lettura è resa estremamente precisa dalla scala millimetrata connessa alla canna e può giungere sino ai millesimi di millimetro.

Il barometro a mercurio non è molto pratico perché il suo trasporto da un luogo a un altro richiede opportune precauzioni. Molto più pratici sotto questo aspetto, pur se meno precisi, sono i **barometri metallici**.

Un tipo molto usato è il **barometro olosterico** (cioè tutto solido), uno strumento familiare alla maggior parte di voi. All'interno della scatola metallica, resistente e vuotata dell'aria, detta *polmone*, un coperchio ondulato e flessibile è tenuto sollevato da una molla di acciaio. Quando la pressione atmosferica varia, il coperchio si flette e trasmette la deformazione all'indice che ne segna il valore sopra un quadrante graduato.

Anche l'**altimetro**, strumento che indica l'altitudine e perciò particolarmente utile agli alpinisti e in aviazione, non è altro che un barometro metallico con il quadrante adattato. Viene tarato tenendo conto della diminuzione di pressione a mano a mano che ci si eleva al di sopra del livello del mare.

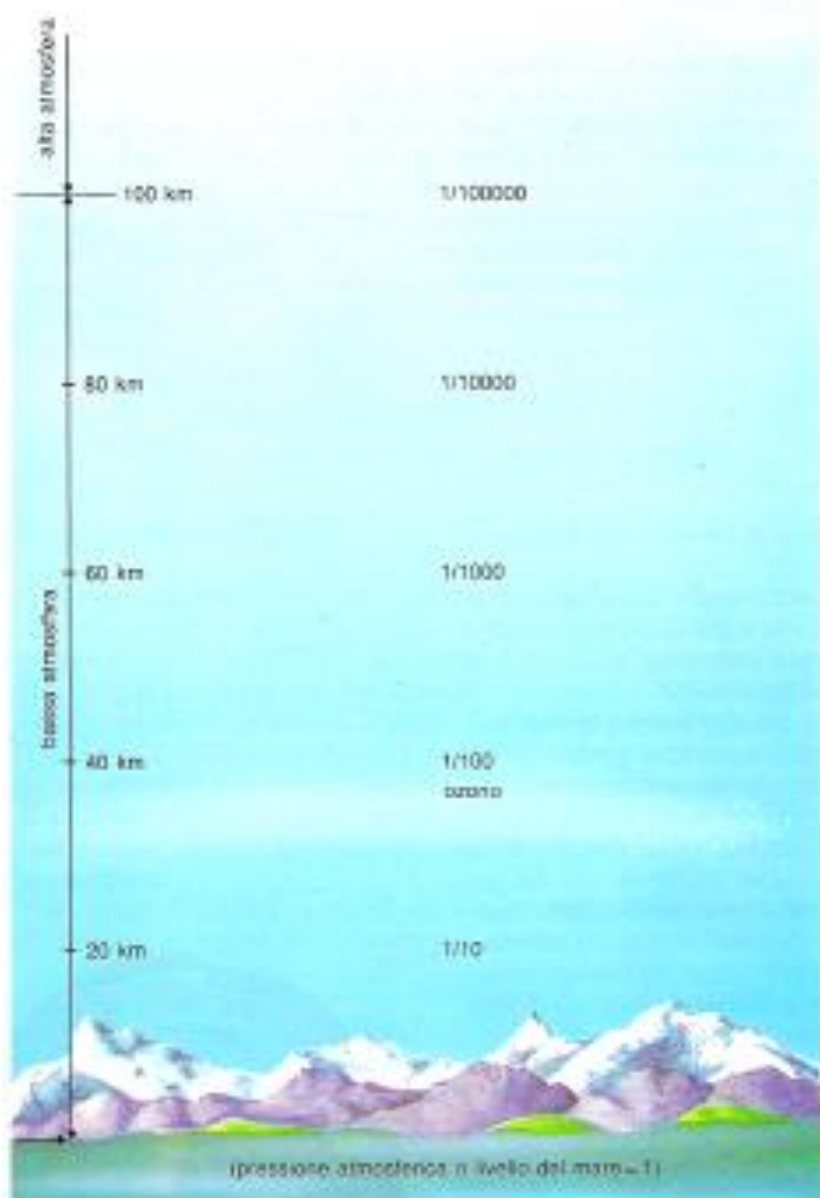
A questo punto è utile ricordare che l'altezza della colonna di mercurio che misura la pressione atmosferica può subire delle variazioni per diverse cause:

- influenza della latitudine;
- influenza della temperatura;
- influenza dello stato dell'atmosfera, in quanto la presenza nell'aria di vapore acqueo, più leggero dell'aria, ne fa diminuire il peso; quindi, più alta è l'umidità dell'aria, più bassa diventa la pressione;
- influenza dell'altitudine, in quanto l'esperienza di Torricelli venne eseguita a livello del mare. È evidente che, per esempio, a 1000 m di altitudine la colonna d'aria che ci sovrasta diventa meno alta, quindi minore diventerà la pressione atmosferica. Si è potuto osservare che l'altezza del mercurio



### Barometro olosterico.

Quando la pressione atmosferica aumenta, le sottili pareti del "polmone", cioè del contenitore metallico sottovuoto, si schiacciano provocando lo spostamento dell'indice sulla scala graduata.



**Densità e pressione dell'atmosfera variano in funzione dell'altezza dal suolo.** Entro i primi 40 km, si concentra il 99% dei gas, costituendo la miscela che chiamiamo aria. La pressione, a causa della rarefazione sempre più spinta, diminuisce di un fattore 10 circa ogni 20 km.

in un barometro a mercurio passa da 76 a 67 cm se dal livello del mare ci portiamo a 1000 m di altitudine; sulla vetta del monte Bianco (quota 4810 m) la colonna di mercurio è risultata alta soltanto 40 cm.

Normalmente l'uomo non avverte la pressione atmosferica perché all'interno del nostro corpo agisce una pressione uguale e contraria. Oltre una certa altitudine tuttavia la diminuzione della pressione esterna ingenera uno squilibrio: possono rompersi alcuni vasi capillari e l'aria rarefatta costringe ad accelerare il ritmo della respirazione. Ecco, ad esempio, perché le cabine degli aerei sono pressurizzate, ossia mantenute a pressione superiore a quella esterna, ecco perché gli alpinisti che intendono raggiungere alte quote, si devono munire di maschere con bombole di ossigeno.

## SCHEMA TECNICA

### L'aeroplano

Gli aeroplani hanno avuto grande impulso a partire dalla prima guerra mondiale, quando la propulsione avveniva mediante motori a combustione interna capaci di azionare eliche.

Dopo gli anni cinquanta gli impianti motori degli aerei sono diventati sempre più potenti; la propulsione è ora ottenuta principalmente con motori "a reazione" e con il sistema "elice-turbina a gas".

Per gli aeromobili più pesanti dell'aria, la forza di sustentamento è dovuta alla circolazione dell'aria attorno al profilo delle ali; essa si ottiene per il moto veloce dell'aeromobile nell'aria sotto la spinta di un propulsore.

Il moto di avanzamento dell'aeroplano è dato dalla differenza fra la spinta del propulsore e la resistenza che l'aeroplano incontra nell'aria; la potenza in eccesso viene utilizzata per far salire l'aeroplano.

Il Registro Aeronautico Italiano stabilisce una classificazione degli aeromobili a seconda che essi siano più pesanti o più leggeri dell'aria.



#### PIÙ PESANTI DELL'ARIA

**Alianti:** aeroplani senza motore, vengono sostenuti dall'azione dell'aria sulle ali. Normalmente il volo dell'aliante consiste in una discesa prolungata, detta planata.

**Aeroplano:** velivolo più pesante dell'aria, si sostiene per un gioco di pressioni e depressioni il cui studio è particolarmente complicato.

**Autogiro:** particolare velivolo che può essere definito come un "incrocio" tra un aeroplano e un elicottero.

**Elicottero:** aeromobile sostenuto unicamente da eliche mosse da motori. È teoricamente in grado di effettuare il volo verticale, di muoversi in ogni direzione e di rimanere fermo, sospeso nell'aria.

#### PIÙ LEGGERI DELL'ARIA

**Aerostati:** sustentatori statici costituiti da un involucro, quasi sempre di stoffa impermeabilizzata, contenente un gas più leggero dell'aria (idrogeno, elio). Al pallone è attaccata una navicella per i passeggeri e gli attrezzi.

**Aeronavi:** sono apparecchi di volo capaci di muoversi nell'aria con mezzi propri. Per questa loro caratteristica vengono anche chiamati dirigibili.

Il dirigibile è costituito essenzialmente da un involucro a forma di goccia che può essere di tela sostenuta da una struttura portante o di metallo. All'interno dell'involucro sacche di gas leggero, variamente distribuite, assicurano il sustentamento. I gruppi motopropulsori, costruiti in un primo tempo da macchine a vapore, sono oggi motori a scoppio, preferibilmente alimentati a gasolio.