

# IL FLUIDO ARIA

## dal volo degli aerei allo sport

“Il fluido aria” è un percorso dedicato alla scoperta dei fondamenti della fluidodinamica allo scopo di descrivere, in termini semplici ma corretti, alcuni fenomeni naturali e artificiali che riguardano i fluidi e il loro comportamento. Durante questo percorso, gli studenti possono confrontarsi con aspetti teorici e pratici legati al volo di un aeroplano, ai tiri ad effetto negli sport, all’attrito aerodinamico che ogni corpo esperisce muovendosi in aria, e molto altro.

Come in ogni proposta di Level Up, il percorso è di carattere fortemente sperimentale e interattivo. Aspetto cruciale del progetto è, inoltre, la collaborazione con i docenti del gruppo classe, che ne assicura l’efficacia sia in fase di redazione del percorso (scelta dei moduli a disposizione) che di creazione dei prerequisiti e inserimento del percorso nel curriculum degli studenti.

### Il percorso didattico

L’attività proposta, che viene svolta interamente all’interno dell’istituto scolastico, si articola attorno a un nucleo minimo di 2 ore. A tale percorso è possibile affiancare, di volta in volta e rispetto all’interesse del gruppo classe, moduli aggiuntivi con i quali ampliare l’argomento centrale.

Caratteristica chiave del percorso è lo spirito interdisciplinare, volto a intrecciare docenti e discipline per affrontare il percorso da più punti di vista e mostrare agli studenti come le competenze sviluppate attraverso lo studio si fondano tra loro per la comprensione di un argomento complesso. Le discipline coinvolte in questo percorso sono **scienze, tecnologia e educazione fisica**. A seconda dell’interesse, tuttavia, è possibile variare il percorso aprendosi anche ad altre discipline.

### La metodologia

Gli argomenti e gli esperimenti trattati in questo percorso didattico sono spesso trascurati o discussi solo marginalmente nel curriculum standard di una scuola secondaria di primo grado. L’obiettivo è quindi quello di mostrare argomenti inconsueti ma costantemente presenti nella vita quotidiana. Tutto ciò senza spaventare: non è necessario essere fisici! I contenuti sono esposti in modo semplice e comprensibile, senza usare termini o concetti raffinati, seguendo un approccio per scoperta e di incontro interattivo attraverso esperimenti chiari e concreti.

## Il contenuto e gli esperimenti

In seguito sono esposti il nucleo centrale e moduli aggiuntivi del percorso didattico “Il fluido aria”. Per ogni modulo è prevista una materia di riferimento e una stima della tempistica necessaria per lo svolgimento.

	<b>Argomento</b>	<b>Materia</b>	<b>Durata</b>
<b>CENTRALE/NUCLEO</b>	1. Intro e premesse	Scienze	
	2. Le forze in gioco	Scienze	
	3. Analisi della portanza	Scienze	
	4. La pressione	Scienze	Tot
	5. La viscosità	Scienze	2 ore
<b>AGGIUNTIVI/MODULI</b>	6. Aerei di carta: i segreti del volo	Tecnologia	1.25 ore
	7. Sulla portanza, esperimenti casalinghi	Tecnologia	0.75 ore
	8. Le componenti di un aeroplano	Tecnologia	1.25 ore
	9. Gli strumenti del pilota	Tecnologia	1.25 ore
	10. Velocità/pressione/Bernoulli e la misura	Tecnologia /Scienze	0.75 ore
	11. Altri tipi di volo	Tecnologia /Scienze/Ed. Fisica	2 ore
	12. Misconcezioni e il volo	Scienze	0.5 ore
	13. Excursus storico sull’evoluzione tecnologica	Storia/ Tecnologia	2 ore
	14. Stallo e strato limite	Scienze	0.5 ore
	15. Attrito	Scienze/ Tecnologia	2 ore
	16. I “tiri ad effetto” negli sport	Scienze/ Ed. Fisica	2 ore

---

### NUCLEO CENTRALE

---

#### 1. Intro e premesse

SCIENZE

20  
minuti

Introduzione al volo e discussione in forma di brainstorming dei limiti di applicabilità della trattazione della fisica del volo.

#### 2. Le forze in gioco

SCIENZE

20  
minuti

Introduzione e discussione delle forze in gioco: peso, propulsione, resistenza, portanza, principio di azione e reazione.

*Esperimento 2.1.* Attraverso un esperimento provocatorio si analizza il comportamento dell’aria quando incontra un oggetto per

discutere di attrito aerodinamico e introdursi al concetto di portanza come reazione ad una deviazione del flusso d'aria.

### **3. Analisi della portanza**

SCIENZE

30  
minuti

Dopo aver scoperto la fenomenologia che coinvolge l'aria nell'incontro con le superfici di alcuni oggetti, si analizzano i parametri che determinano la portanza.

*Esperimento 3.1.* Utilizzando profili alari di varie forme e una bilancia è possibile misurare la portanza e osservare, in concreto, i principali parametri in gioco nella generazione della forza che sostiene un aeroplano.

*Esperimento 3.2. (opzionale).* Utilizzando il profilo alare del precedente esperimento, affiancandolo ad una seconda bilancia è possibile visualizzare concretamente l'effetto di azione e reazione che genera la portanza.

### **4. Pressione**

SCIENZE

30  
minuti

Introduzione della pressione di un fluido e discussione del profilo di pressione lungo l'ala.

*Esperimento 4.1. (opzionale).* Attraverso l'utilizzo di un palloncino in una camera a pressione è discutere, in termini semplici ed efficaci, l'effetto della pressione sugli oggetti e le conseguenze della variazione di pressione.

*Esperimento 4.2.* Si propone e analizza il tubo ad U quale strumento per la misura della pressione, sia in condizioni statiche che dinamiche.

*Esperimento 4.3.* Utilizzo di un profilo alare "forato" per visualizzare la pressione lungo l'ala. Questo esperimento è lo spunto per ragionare circa i dettagli dell'ala e alcuni aspetti caratteristici.

### **5. La viscosità**

SCIENZE

20  
minuti

In questa fase si discute su alcune caratteristiche del fluido legate alla viscosità, servendosi anche della proiezione - e discussione - di alcuni filmati. Segue una riflessione circa il suo ruolo nell'interfaccia con le superfici.

*Esperimento 5.1.* Si visualizza concretamente lo strato limite attraverso il fenomeno della permanenza della polvere su una superficie durante la sua esposizione a un flusso d'aria.

## MODULI AGGIUNTIVI

### **6. Aerei di carta: i segreti del volo** *TECNOLOGIA* 75 minuti

Attraverso la costruzione e l'utilizzo di aeroplani di carta si analizzano numerosi aspetti legati al volo e alle caratteristiche tecniche che permettono a un aeroplano di librarsi in aria. Alcuni aspetti che possono essere discussi efficacemente attraverso questa metodologia sono:

- analisi "pratica" della relazione tra i parametri che influenzano la portanza (es. connessione tra superficie alare e velocità);
- funzionamento delle parti mobili di un aeroplano;
- l'autorotazione come strumento di "tutela" per gli elicotteri.

### **7. Sulla portanza: esperimenti casalinghi** *TECNOLOGIA* 75 minuti

Attraverso alcuni semplici esperimenti "casalinghi" è possibile applicare concretamente, e discutere, alcuni fenomeni che trovano spiegazione attraverso la fenomenologia osservata discutendo della portanza nel modulo iniziale.

*Metodologia:*

Il gruppo classe verrà suddiviso in 6 gruppi e a ciascuno di essi verrà affidato un esperimento da svolgere e comprendere (25 min c.a.). Al termine del tempo ogni gruppo avrà 5 minuti per esporre ai propri compagni quanto fatto.

Qualora non ci fosse tempo a sufficienza, è possibile effettuare una selezione degli esperimenti con l'intero gruppo classe e suggerire agli studenti di svolgere le restanti attività a casa.

### **8. Le componenti di un aeroplano** *TECNOLOGIA* 75 minuti

Attraverso la costruzione di un modello di aeroplano si analizzano le parti fondamentali che compongono un velivolo. Suddividendo la classe in gruppi, ognuno di essi dovrà realizzare un aeroplano a partire da uno scheletro e utilizzando materiale "povero" (cartone, carta, nastro adesivo, pongo).

Al termine della costruzione, i gruppi si sfideranno posizionando i modelli creati in una pseudo galleria del vento misurando portanza e resistenza creata dal proprio aereo. In fase di costruzione, quindi, i ragazzi saranno stimolati a ragionare sulle parti fondamentali di un aeroplano e sulla loro funzionalità.

### **9. Gli strumenti di un pilota** *TECNOLOGIA* 75 minuti

Il pilotaggio di un aeroplano non può prescindere da una buona strumentazione di bordo. Ogni pilota deve conoscere l'altezza di volo, la velocità e, possibilmente, il suo orientamento rispetto all'orizzonte. Ma come è possibile farlo? In questo moduli si discuteranno, e creeranno, i principali strumenti a disposizione di un pilota durante il volo.

**Orizzonte artificiale:** si discute di alcuni meccanismi per la comprensione dell'inclinazione di un aeroplano durante il volo (Livello a bolla e visualizzazione dell'effetto giroscopico).

**Velocità:** girandola a coppe e tubo di Pitot.

**Altezza:** analisi del fatto che la pressione varia al variare della quota e discussione circa i meccanismi con i quali si può misurare.

Questi strumenti si prestano bene alla discussione di alcuni criteri importanti per uno strumento scientifico: leggibilità, quantificazione e rapidità di risposta.

## 10. Altri tipi di “volo”

TECNOLOGIA /SCIENZE/ED. 2-3  
FISICA ore

In questo modulo si analizzano altri mezzi costruiti dall'uomo che sfruttano per il proprio moto dei fenomeni fluidodinamici.

**Mongolfiera/Dirigibile:** attraverso la discussione di questi mezzi si tratta il concetto di densità dell'aria. Si introduce, quindi, il tema del volo di una mongolfiera occupandoci della problematica di pesare l'aria.

*Esperimento 10.1.* Utilizzando polloncini di varie dimensioni si analizza la difficoltà di pesare l'aria attraverso tecniche ordinarie come l'utilizzo di una bilancia.

*Esperimento 10.2.* Pesare l'aria! Si propongono e discutono alcuni metodi per scoprire quanto pesi un certo volume di aria, concludendo con un metodo piuttosto semplice ed efficace che si serve di una bottiglia di plastica, una valvola di bicicletta e una pompa a mano.

**Barca a vela:** la spinta ricevuta da una barca a vela da parte del vento è analizzabile attraverso la stessa fenomenologia che coinvolge le ali di un aeroplano. Attraverso esperimenti semplici che coinvolgono direttamente gli alunni è possibile analizzare le forze aerodinamiche su una vela.

*Esperimento 10.4.* attraverso l'utilizzo di un semplice modello di barca a vela posto su una rotaia, è possibile osservare il comportamento della vela a seconda della direzione del vento e misurare la propulsione sulla barca.

*Esperimento 10.5.* (opzionale) potendo servirsi degli spazi offerti da una palestra è possibile coinvolgere direttamente gli alunni per la misurazione “in prima persona” della portanza generata dal vento su una vela.

**Elicottero:** discussione del problema della rotazione delle ali e della gestione dell'effetto giroscopico.

*Esperimento 10.6.* Rotazione di una pala e analisi della velocità tra i due punti estremi. Relazione di questo fatto con la portanza e soluzioni.

*Esperimento 10.7.* Discussione dell'effetto giroscopico attraverso la rotazione di un giroscopio. Soluzione a questo fenomeno.

**11. Pressione/velocità/Bernoulli e la SCIENZE** 45  
minuti

Il concetto di pressione è uno dei parametri cardine della fluidodinamica che deve essere analizzato per capire la sostanziale differenza tra un fluido e un solido. In questa sezione si approfondisce tale concetto e alcune sue proprietà (isotropia di “spinta”, relazione con la velocità del fluido).

*Esperimento 11.1.* Attraverso la simulazione del comportamento di un fluido, l'utilizzo di palloncini e sacchi, in quiete e in movimento, si discute circa la pressione e le sue caratteristiche.

*Esperimento 11.2.* In questa seconda fase ci si concentra su un possibile strumento di misura della pressione, il tubo a U. Se non già trattato, lo si introduce ai ragazzi, utilizzandolo sia in una configurazione classica sia con le uscite perpendicolari tra loro (simil tubo di Pitot).

**12. Stallo e strato limite** SCIENZE  
20  
minuti

Lo stallo è uno dei fenomeni più affascinanti e pericolosi legati al volo e deve essere gestito con grande attenzione da coloro che vogliono pilotare un aeroplano. In questo modulo si presenta lo stallo e quali siano i parametri che lo influenzano.

*Esperimento 12.1.* Lo stallo può essere facilmente osservato attraverso un modello di ala opportunamente disposto in un flusso d'aria. Sono, inoltre, disponibili numerosi filmati che mostrano questo fenomeno.

**13. Misconcezioni sul volo** SCIENZE  
30  
minuti

Due sono le principali misconcezioni legate al volo:

1. *Profilo “panciuto”*: esiste una teoria infondata, nota come *teoria dell'ugual tempo di transito*, che prevede un profilo alare piatto inferiormente e convesso superiormente.
2. *L'aria sbatte sotto l'ala e lo sorregge*: una seconda teoria prevede che sia l'aria che urta la superficie inferiore a sorreggere l'aeroplano, come fosse appoggiato su un cuscino di aria.

In entrambi i casi si condurranno esperimenti per mostrare concretamente alcuni fenomeni che non trovano spiegazione attraverso questi due teorie.

**14. Attrito** TECNOLOGIA /SCIENZE 2  
ore

L'interazione dell'aria con gli oggetti produce la "forza aerodinamica", scomponendo tale forza lungo la direzione parallela e perpendicolare al flusso si parla di attrito e portanza. In questo modulo si abbandona la portanza per concentrarsi sull'attrito.

*Esperimento 14.1.* Per discutere i parametri che regolano la resistenza aerodinamica si propone l'utilizzo di una pseudo-galleria del vento su cui porre oggetti di forme e dimensioni differenti per misurare l'attrito e scoprire i parametri chiave di questo fenomeno.

Questa attività si presta molto bene ad un approfondimento del ruolo dell'attrito negli sport. Per questo si propone una seconda sessione di esperimenti a riguardo.

*Esperimento 14.2.* In seguito si tratta l'attrito in riferimento al corpo umano, utilizzando la galleria del vento con un manichino da artista.

**15. I "tiri ad effetto" negli sport** TECNOLOGIA /SCIENZE/ ED. 2  
ore  
FISICA

In questo modulo, che riguarda la fluidodinamica e gli sport si discute dei principali "effetti": il tiro ad effetto nel calcio (Effetto Magnus), la battuta floating della pallavolo (Vortici di von Karman) e la forma butterata della palla da golf.

*Esperimento 15.1.* Utilizzando uno strumento a basso attrito è possibile osservare che un oggetto in assenza di forze tende a mantenere il proprio stato di moto. Tale esperimento è funzionale a comprendere il fatto che qualsiasi effetto è legato ad una forza esercitata lungo il moto.

*Esperimento 15.1.* Attraverso un cilindro rotante su cuscinetto è possibile visualizzare l'effetto Magnus.

*Esperimento 15.2.* Attraverso l'interazione con il vento e un cilindro è possibile osservare l'effetto dei vortici di Von Karman. Vortici che è possibile visualizzare anche in una bacinella d'acqua e in alcuni video particolarmente suggestivi.

**Metodologia:**

per quanto si trattino di esperimenti conducibili alla cattedra in laboratorio, si suggerisce di condurre questo modulo in palestra per poter alternare momento di analisi scientifica a prove "pratiche" condotte dagli studenti. In queste attività, inoltre, sono benvenuti smartphone/videocamere (salvo problemi di privacy) per riprendere le azioni degli studenti e visualizzare al meglio gli effetti.

**16. Excursus sull'evoluzione dell'aereo**      *TECNOLOGIA /STORIA*      1-2 ore

In questo modulo si analizza il progredire della tecnologia in ambito aeronautico. Attraverso esperimenti (alcuni già condotti in altri moduli) e la visione di filmati storici si discutono alcune evoluzioni tecniche legate agli aeroplani. Alcune domande/provocazioni/temi trattabili sono:

Mongolfiera: come mi sposto?	Ala alta vs ala bassa: questione di baricentro Come sparare attraverso l'elica
Dirigibile: quale gas posso usare?	
Aliante: come salgo di quota?	
Aeroplano biplano: vantaggi e svantaggi	Motore rotativo: effetto giroscopico in funzione
Monoplano: perché si è passati a questo aereo?	Bimotori: alcuni vantaggi inaspettati
	Volo ad alta quota: non è facile come sembra

---

**Info & Prenotazioni**

Giuliano Zendri –  
[giuliano.zendri@leveluptrento.com](mailto:giuliano.zendri@leveluptrento.com)  
 Tel 320.4467394

**Level Up s.r.l.**  
*Laboratorio scientifico  
 di progettazione didattica e  
 divulgazione*