

La propulsione nel nuoto: teorie a confronto

Raymond Catteau

"Lift" o "Drag"?

Secondo il LIFT, la propulsione del nuotatore è generata da movimenti delle membra perpendicolari alla direzione del movimento. Per l'autore invece la teoria del lift è nata da un errore di ragionamento, a partire dalla sola analisi dei movimenti dei nuotatori ripresi con telecamera subacquea fissa. I movimenti sono più fedelmente descritti da una telecamera solidale al baricentro di chi nuota. Esempio: la palla che viene lanciata verso l'alto nel corridoio di un treno e il cui movimento viene visto da due telecamere, una in moto con il treno, l'altra fissa. Una analisi che integri le immagini della telecamera fissa e di quella in movimento si rende necessaria per una migliore comprensione del meccanismo della propulsione nel nuoto. I movimenti hanno senso per il nuotatore solo se riferiti al proprio spazio soggettivo, dunque ad un riferimento in movimento. Sono movimenti da avanti a indietro delle membra propulsive che possono generare l'avanzamento nel nuoto. Per nuotare bisogna prendere acqua davanti a sé e proiettarla dietro di sé.

La traduzione è di Gabriele Salvadori

Scrivo Maglischo ("SWIMMING FASTER", 1982):

"Attualmente, mi sembra si possano distinguere due diverse scuole per quel che riguarda le teorie della propulsione nel nuoto agonistico: quella dei tradizionalisti (sostenitori del «DRAG») e quella dei sostenitori della teoria del «LIFT»."

Per i sostenitori della teoria della portanza (lift), la propulsione del nuotatore è generata da movimenti delle estremità delle membra **perpendicolari** alla direzione dello spostamento del nuotatore (vedi Schleihaut).

Per i tradizionalisti, la propulsione deriva da una spinta **verso dietro** sulla massa d'acqua (drag). Sono gli arti che trasmettono questa spinta da avanti a dietro.

TEORIA "LIFT"

L'osservazione subacquea con una telecamera fissa ha dimostrato, da almeno un quarto di secolo, in maniera inconfutabile, che le traiettorie delle estremità delle membra dei nuotatori, sotto la superficie, cambiano continuamente di direzione. Le membra sono da tutti considerate come gli strumenti della propulsione, per cui questo cambiamento continuo di direzione delle mani potrebbe portare a concludere che non è il loro spostamento verso dietro che spinge il nuotatore.

La necessità di trovare una spiegazione in conformità o almeno non in contraddizione con l'osservazione, incita a trovare delle analogie in altri campi.

I movimenti dell'elica nei fluidi non obbediscono, apparentemente, alla legge di azione-reazione.

L'ala dell'aereo permette alla sua massa, a partire da una certa velocità, di non subire più esclusivamente gli effetti della forza peso. Un'altra forza, la portanza, li annulla.

Come resistere alla tentazione di trarre concetti, terminologia e riferimenti dalla navigazione e dall'aviazione?

ARGOMENTI A FAVORE DEL "LIFT"

I sostenitori di questa teoria si sforzano di far coincidere i fatti osservati con la teoria; uno dei loro argomenti è la propulsione caratteristica delle ballerine (nuoto sincronizzato) che loro utilizzano per spostare il corpo: il movimento della **remata**.

Per Maglischo ed altri autori, l'osservazione di nuotatori si avvale di uno schermo suddiviso in tanti quadrati numerati in scala conosciuta: tale dispositivo permette di mettere in relazione nello spazio i movimenti delle estremità delle membra dei nuotatori e gli spostamenti orizzontali delle anche che essi generano.

Il **modello ("pattern")** ci porta a valorizzare ad ogni ciclo i movimenti della mano nell'acqua nella totalità della parte acquatica della sua traiettoria.

La mano stessa viene modellizzata nella forma e nelle superfici e si tracciano sistematicamente i suoi spostamenti e le sue orientazioni.

Per non essere sopraffatti da una moda, da delle impressioni soggettive, da delle argomentazioni superficiali, per andare oltre le credenze, dobbiamo approfondire ciascuna di tali teorie, la loro coerenza e... le loro relazioni.

Il problema è dunque di comprendere in cosa e perché le due teorie sono in contrasto.

Confrontare la loro genesi, le loro argomentazioni, i loro fondamenti ha buone probabilità di fare progredire con grande profitto le conoscenze sul nuoto e i nuotatori, dai principianti ai migliori.

Non si deve dimenticare che i modelli non sono che delle **rappresentazioni** che noi ci facciamo della realtà, che è inaccessibile nella sua totalità.

Anche quando i modelli differiscono, la realtà che essi rappresentano **non cambia**, solo l'idea che noi ce ne facciamo cambia.

Un filosofo ha detto che non è possibile dimostrare che una teoria è giusta, possiamo solo **falsificarla**, in altre parole dimostrare che è falsa.

In un secondo tempo, il modello viene affinato con l'introduzione di misure di spazio-tempo.

In rapporto ai tre piani di riferimento perpendicolari tra loro, si definiscono così la direzione, il verso e la **VELOCITÀ** dei movimenti.

Vengono dati dunque dei valori di velocità "laterale", "verticale" e "avanti-dietro". (Schleihau in Maglischo pag. 27).

Per completare le informazioni e riportarci alla propulsione, le **forze** vengono infine descritte in direzione e verso e misurate esse stesse in intensità (newton) in relazione alle velocità istantanee.

I PRODOTTI DI QUESTE RICERCHE

1) IL VOCABOLARIO

Per rompere con le parole della vecchia concezione si è costretti a un riammodernamento del vocabolario: infatti tirare e spingere (pull and push) evocano l'idea di mani e piedi usati come pagaie. (Maglischo pag. 28).

Bisogna dunque conoscere e utilizzare i **quattro movimenti di remata** (sweeping motion) (Maglischo pag. 28):

- la remata verso fuori (out-sweep)
- la remata verso il basso (down-sweep)
- la remata verso dentro (in-sweep)
- la remata verso su (up-sweep)

2) L'INSEGNAMENTO

"Alcuni nuotatori trovano difficoltà ad **afferrare il concetto** di usare le mani come propulsori".

Il problema per i nuotatori consiste nel "dare un ... senso" (semantico) alle nuove parole per ... raggiungere "una sensibilità superiore nella propulsione" (sic) Maglischo pag. 19.

3) LA PERCEZIONE DI SE'

La teoria permette di sapere ciò che il nuotatore **dovrebbe sentire** (sic) Maglischo pag. 15: "certamente offre ai nuotatori la **falsa impressione** di spingere con le mani verso dietro mentre in realtà la mano si muove, in questo caso, verso il basso attraverso l'acqua".

TEORIA "DRAG"

L'idea comune alle due teorie è che il nuotatore utilizza le sue membra per spostarsi nell'acqua.

È un dato certo che se nell'acqua l'insieme del corpo è in quiete, senza una mobilitazione delle membra non ci si sposta.

Tuttavia è altrettanto vero che non sono sufficienti dei movimenti qualsiasi per produrre una propulsione.

Per avanzare bisogna che le membra si spostino **da avanti a dietro**.

Una parte soltanto della traiettoria acquatica è motrice.

Nel mio libro "L'Insegnamento del Nuoto" pag. 113 insistivo sul fatto che nella prima parte del percorso sott'acqua la mano e il braccio non trovano un appoggio sull'acqua ma non fanno che spostarsi.

Studi successivi più accurati mostrano che l'accelerazione è prodotta quando la mano e l'avambraccio si trovano attorno alla verticale delle spalle.

GLI ARGOMENTI A FAVORE DEL "DRAC"

Curiosamente, l'idea di un settore efficace è stata formulata a partire dalle percezioni di chi nuotava. Questo settore comincerebbe poco più avanti del passaggio del membro superiore sulla verticale della spalla e terminerebbe poco dopo. (De Villepion: Nageons pag. 66, ed. Grasset 1929).

I nuotatori dicono che sentono la massima resistenza sulla mano e l'avambraccio (Catherine Plewinski e altri).

Essi situano questo momento durante quella che convenzionalmente viene chiamata la **spinta**.

Le immagini subacquee di nuotatori filmati con la telecamera che segue il nuotatore mostrano un percorso delle mani, nel loro spostamento verso dietro, relativamente rettilineo e accelerato, ad una profondità relativamente costante.

Una argomentazione "meccanica" è altresì avanzata: per nuotare, bisogna **prendere** l'acqua davanti a sé e **proiettarla** dietro di sé.

IL MODELLO

La locomozione nell'acqua è considerata come un caso particolare dei meccanismi generali della propulsione animale.

La legge fondamentale del movimento è quella della conservazione della quantità di moto: $MV = M'V'$.

Affinché un animale, qualsiasi esso sia, sposti la propria massa a una data velocità, bisogna che possa **prendere appoggio** su un'altra massa.

Il nuoto o il volo sono la conseguenza delle necessità di adattamento legate alle caratteristiche dell'ambiente fisico che offre una resistenza più o meno elevata alle spinte degli organi locomotori.

Il processo di adattamento, nella relazione soggetto-ambiente fisico, ha valorizzato l'orientazione orizzontale del corpo e privilegiato di conseguenza l'utilizzazione delle membra superiori.

ASPETTO QUANTITATIVO

La terza legge di Newton precisa che **AZIONE = REAZIONE** o che la forza di reazione è uguale per intensità e direzione a quella dell'azione, ma si esercita in verso opposto.

ASPETTO QUALITATIVO

Per spostarsi a velocità massima nell'acqua, è preferibile spingere dietro di sé una grande massa d'acqua per una piccola distanza piuttosto che una massa modesta su una distanza più grande.

Gli spostamenti del nuotatore sono prodotti dalla ripetizione a intervalli regolari di accelerazioni destinate a compensare le "frenate" dell'acqua che si oppone allo spostamento del corpo.

Ad ogni "ciclo" l'azione delle **braccia** (ma nella rana saranno invece i **colpi di gambe**) hanno la funzione di comunicare al corpo delle accelerazioni.

La velocità media del nuotatore (quella del suo baricentro) integra tutte le variazioni istantanee legate alle accelerazioni del soggetto e alle frenate dell'acqua.

LE CONSEGUENZE

Le conseguenze di questa visione del nuoto toccano, in primo luogo, gli aspetti dell'insegnamento.

La percezione del proprio corpo e dello spazio oggettivo sono una delle condizioni per la realizzazione di azioni efficaci.

Venendo meglio caratterizzata la funzione propulsiva si permette al

nuotatore che ne ha preso coscienza di anticipare e di meglio controllare le proprie azioni.

TROVARE L'ERRORE

Di fronte agli elementi appena riportati, lo spirito razionale non può restare passivo o indifferente.

Due rappresentazioni di una stessa realtà possono comportare tante differenze?

Per andare davvero al cuore del problema, utilizzeremo un dispositivo sperimentale teorico che avrà il vantaggio di mettere alla prova simultaneamente i quadri di riferimento di ciascuna delle due teorie.

Immaginiamoci che in un vagone di un treno che viaggia a velocità uniforme (p.e. 20 metri al secondo e quindi 72 Km/h) una persona lanci verticalmente una palla da golf e che al termine della ricaduta la riafferri.

Nello scompartimento in cui si trova questa persona abbiamo piazzato una telecamera che filma la scena.

Mentre accade questa sequenza, il treno passa davanti ad un seconda telecamera posta sul marciapiede di una stazione che filma anch'essa la scena della palla lanciata in aria verticalmente.

Non occorre essere molto esperti per concludere che quando si proiettano sullo schermo le immagini, le traiettorie della palla filmate dalle due telecamere saranno notevolmente diverse.

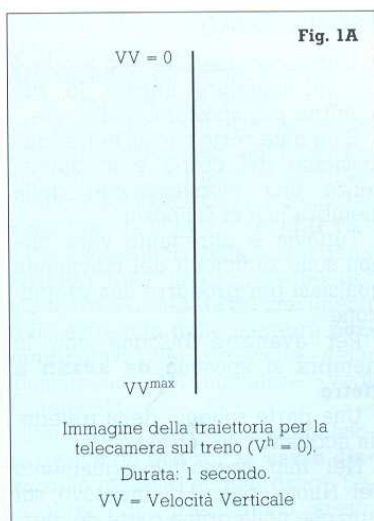
La telecamera che si trova sul treno avrà filmato una traiettoria rettilinea verticale ascendente ed una discendente. Salita e discesa saranno sovrapposte.

Al vertice della traiettoria la velocità verticale della palla ha un valore nullo.

In tutti gli altri punti, partenza e arrivo o punti intermedi, la velocità istantanea di salita e di discesa, la direzione, saranno rigorosamente uguali ma di verso opposto.

La telecamera che si trova giù dal treno invece avrà filmato una traiettoria della palla che integra o combina:

- una velocità verticale variabile, massima alla partenza e al momento della ricezione, nulla al vertice;
- una velocità orizzontale costante di 20 metri al secondo.



La forma di tale traiettoria proiettata sullo schermo dovrà essere parabolica (vedi fig. 1).

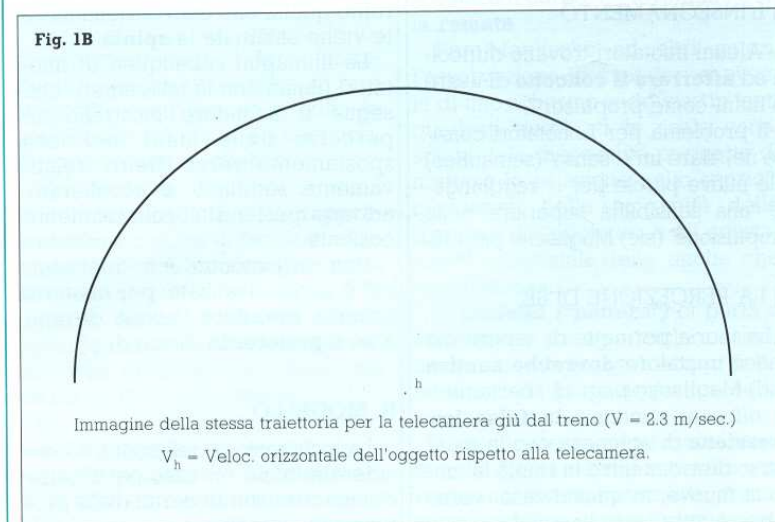
Un semplice cambiamento di punto di vista ha trasformato una retta in una curva.

L'esempio scelto non è privo di analogie con i movimenti delle membra di un nuotatore che combinano le velocità dei loro propri movimenti e quelle del corpo del nuotatore stesso che si sposta più o meno orizzontalmente, e la velocità varia entro certi limiti attorno ad una velocità media.

Avremmo potuto altresì reperire, invece degli spostamenti della palla, quelli della mano del lancia-tore in rapporto alla sua verticale.

Abbiamo detto prima che avremmo comparato le due teorie.

L'esempio seguente apparirà ancora più esplicito a nuotatori e allenatori.



Nella figura 2a, riprendiamo alcune immagini di Schleihaut apparse in *Swimming Technique* vol 19 n. 2 1982.

Esse illustrano 4 posizioni filmate da una telecamera fissa, della spalla, del gomito e delle dita di un membro superiore durante un ciclo di crawl.

La traiettoria totale, punteggiata sulle 4 immagini, ci fornisce dei punti di repere di **spazio oggettivo** (cioè indipendente dal nuotatore).

Nella figura 2c, sovrapponendo una alla volta queste immagini e facendo in modo che la traiettoria complessiva coincida, potremo trovare volta a volta i cambiamenti di posizione della spalla e del gomito, visto che quelli delle dita ci erano stati dati. Abbiamo così ricostruito un aspetto del reale che le 4 immagini allineate (non manipolate) non avevano potuto fornirci immediatamente.

In una seconda operazione (figura 2B), prenderemo per le medesime immagini un punto di riferimento nello **spazio soggettivo** (cioè sul nuotatore). Se scegliamo la spalla, constateremo non senza sorpresa che la traiettoria delle mani è divenuta conforme alla descrizione dei "tradizionalisti" che credono nel modello della azione-reazione.

Galileo (1632) ce lo aveva insegnato circa tre secoli e mezzo fa: "Immobilità e movimento non prendono senso che una in rapporto all'altro. Quietè e moto uniforme sono tutt'uno".

Appare chiaro che ciascuna delle due teorie dispone di dati concreti indiscutibili.

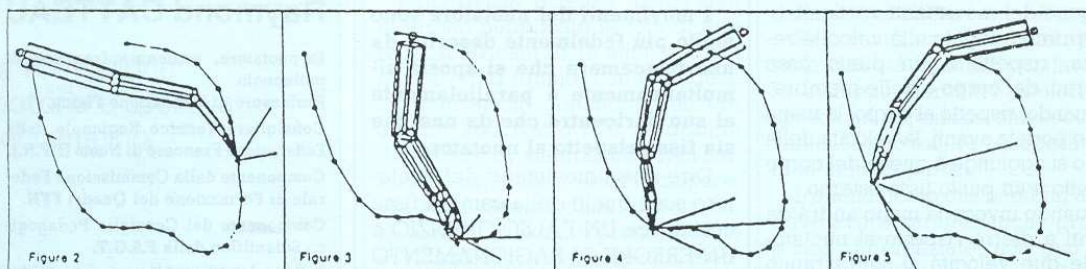


Fig. 2A - Da Schleihaut (1982), crawl, 4 posizioni successive della spalla, del gomito e delle dita della mano (telecamera fissa).

Tre rappresentazioni della stessa realtà

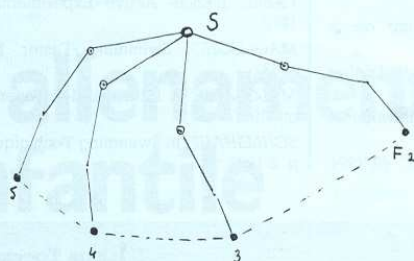


Fig. 2B - Rappresentazione (ricavata dalle figure 2A) del movimento (traiettoria delle dita della mano rispetto alla spalla S fissa).

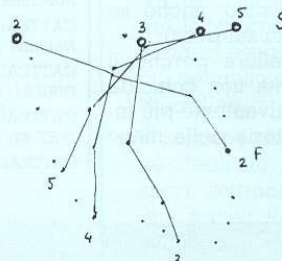


Fig. 2C - Anche questa è ricavata dalla sovrapposizione dei 4 disegni della figura 2A ma si tratta del movimento della spalla rispetto alla traiettoria delle dita della mano (fissata).

Ma perché la teoria della portanza ci riporta ad una epoca pregalileiana?

Una prima crepa è dovuta ad una presa in conto parziale dell'oggetto di studio: il nuotatore.

Il problema fondamentale del nuoto sembrava tuttavia ben posto: "Il successo dei nuotatori di classe mondiale può essere attribuito innanzi tutto alla loro abilità a generare forza propulsiva e a ridurre la loro resistenza nell'avanzamento". (Maglischo pag. 11).

Il problema di ogni nuotatore, non solo di quelli di classe mondiale, effettivamente consiste in permanenza a trovare soluzione a questa contraddizione.

I metodi analitici, sono ormai certo, sono inadatti a risolvere questo tipo di problema.

L'isolamento dei fattori o dei fatti dal loro contesto porta a delle astrazioni fatali nella presa in conto del reale.

Se ciò che vediamo corrispondesse a ciò che è, saremmo costretti ad affermare che il sole gira intorno alla terra.

Nel caso particolare, la ricostruzione del reale consisteva nel comprendere che la rotazione della terra attorno al proprio asse crea l'illusione del sole che gira intorno a noi.

Una seconda crepa deriva dall'enunciato del giudizio e dalla condotta del ragionamento.

A partire da dei dati che hanno le caratteristiche di conoscenze teoriche ideologiche, i teorici della portanza commettono l'errore di infrangere allegramente le frontiere che garantiscono a ciascun sistema la sua coerenza.

Essi trasportano il concreto dell'uno nell'altro sistema.

Non si sono accorti del cambio di sistema di riferimento.

Del cambio che a partire dalla stessa realtà può dar luogo:

- ad una retta
- ad una curva.

La propulsione per "pressione continua" può effettivamente apparire nel nuoto sincronizzato, nella pallanuoto, nel salvamento per esempio.

Ma questa soluzione motrice non si rivela pertinente per utilizzare una potenza massimale nel nuoto.

Tutti gli stili utilizzano delle azioni propulsive discontinue, come tutte le locomozioni che utilizzano delle membra.

Una analisi che non si voglia limitare a descrivere le traiettorie delle estremità mostrerebbe come i nuotatori si organizzino per esercitare una spinta intensa su una grande massa d'acqua. (Cattéau marzo 1992 in DIRE n. 42 e 1994 n. 49).

I sostenitori della teoria della portanza non ancora convinti della illusione introdotta dal cambiamento di riferimento, obietteranno

che nelle curve delle traiettorie subacquee all'inizio e alla fine si leggono dei movimenti verticali.

Il primo è legato alla velocità relativa, rispetto a un punto fisso esterno, del corpo e delle membra.

Quando, rispetto al corpo, la mano viene portata avanti, la velocità della mano si aggiunge a quella del corpo rispetto a un punto fisso esterno.

Quando invece la mano andrà da avanti a dietro rispetto al nuotatore, le due velocità si sottrarranno rispetto al punto fisso esterno.

Inoltre, alla fine della spinta, una certa massa d'acqua è messa in movimento verso dietro. Per cui essa non offre più resistenza alla mano che accelera il proprio movimento senza poter agire sull'acqua.

(È paragonabile alla "frustata" del lanciatore di peso, dopo che quest'ultimo ha lasciato la mano del lanciatore. La frustata è un indicatore del gesto riuscito, anche se non ha alcun effetto sul peso).

Si comprende allora perché il punto di fine spinta non coincide con il punto oggettivamente più indietro nella traiettoria della mano nell'acqua.

CONCLUSIONE

I movimenti del nuotatore sono molto più fedelmente descritti da una telecamera che si sposta simultaneamente e parallelamente al suo baricentro che da una che sia fissa rispetto al nuotatore.

Dire che i movimenti del nuotatore sono quelli della camera fissa costituisce UN FALSO GIUDIZIO e UN ERRORE DI RAGIONAMENTO le cui conseguenze possono rivelarsi CATASTROFICHE nell'insegnamento e l'allenamento dei nuotatori come sui progressi delle CONOSCENZE NEL NUOTO.

BIBLIOGRAFIA

- ASTOLFI-DEVELEY: *La Didactique des Sciences* PUF 1989.
 BACHELARD: *Le Nouvel Esprit Scientifique* PUF 1966.
 CATTEAU-GAROFF: *L'Enseignement de la Natation VIGOT* 1968.
 CATTEAU: *Le Concret, n'est pas le Réel in DIRE* 21/1986.
 CATTEAU: *Observer la Natation autrement in DIRE* 42/1992.
 CATTEAU: *Sempre Galileo in DIRE* 49/1994.

L'AUTORE

Raymond CATTEAU

Ex-nuotatore, nazionale francese di pallanuoto.

Professore di Educazione Fisica.

Consigliere Tecnico Regionale della Federazione Francese di Nuoto (F.F.N.).

Componente della Commissione Federale di Formazione dei Quadri FFN.

Componente del Consiglio Pedagogico Scientifico della F.S.G.T.

Autore del libro: *L'Insegnamento del Nuoto* editore Vigot Frères 1968 1971 1974 (terza edizione) e del film didattico *DIGNE DINGUE D'EAU* nonché di numerosi articoli in diverse riviste.

DUFOUR: *La Locomotion dans la phylogénèse in Education Physique Bruxelles* vol " n. 2-3 1962.

FABRE: *L'Ecole Active Expérimentale* PUF 1972.

MAGLISCHIO: *Swimming Faster* Mayfield 1982.

MALGLAIVE: in *Education Permanente* 39-40 ott. 1977.

SCHLEHAUF: in *Swimming Technique* vol 19 n. 2 1982.

ILARIA TOCCHINI



giorgio scala / archivio fin