

Nuove frontiere per la microfluidica: canali di luce per guidare le particelle nei liquidi

Lo studio pubblicato su Nature Communications e co-firmato da ricercatori del Politecnico di Torino apre nuove prospettive per applicazioni biomedicali, diagnostiche e di laboratorio

Torino, 9 febbraio 2026

È possibile controllare con precisione il movimento di particelle e oggetti microscopici in ambienti liquidi? Rispondere a questa domanda è una delle sfide centrali della **microfluidica**, la disciplina che studia il comportamento dei fluidi su scala micrometrica, con applicazioni fondamentali in ambito biomedicale, diagnostico e di laboratorio.

Un **nuovo studio** pubblicato su [Nature Communications](#), frutto della collaborazione tra il **Politecnico di Torino**, la **Norwegian University of Science and Technology (NTNU)**, l'**Università di Göteborg** e l'**Università di Münster**, ha dimostrato che sì, è possibile controllare con precisione i movimenti delle particelle su una superficie liquida, e per farlo si può **utilizzare esclusivamente la luce**, senza dover ricorrere alla fabbricazione di canali fisici o all'applicazione di pressione idrodinamica per generare i flussi.

Dal punto di vista applicativo, questa scoperta potrebbe avere un impatto significativo. In futuro, la tecnica potrebbe essere utilizzata, ad esempio, per **trasportare e posizionare cellule, batteri o micro-particelle in test diagnostici**; per **miscelare o separare sostanze in laboratorio su chip senza pompe o valvole**; per **assemblare strutture microscopiche in modo controllato**; per **semplificare dispositivi biomedicali e di ricerca**, riducendo dimensioni, costi e complessità dei sistemi microfluidici tradizionali.

L'approccio introdotto dagli autori della ricerca si discosta radicalmente dai metodi tradizionali impiegati oggi nella microfluidica: l'idea innovativa sta infatti nel **“disegnare” dei canali di flusso su una superficie liquida direttamente al microscopio, utilizzando la luce come unico strumento di lavoro**. Nello specifico, il fenomeno si basa sull'impiego di minuscole particelle sospese nel liquido – particelle colloidali – realizzate con speciali materiali polimerici fotoattivi (azopolimeri). Quando illuminate, queste particelle modificano la propria forma e mettono in movimento il fluido circostante, generando flussi controllabili. In questo

modo, sia le particelle stesse sia oggetti passivi – come microparticelle, cellule e batteri – possono essere trasportati lungo percorsi controllati, senza bisogno di strutture microfabbricate come pompe o valvole, che spesso limitano la flessibilità degli esperimenti e aumentano costi e ingombri nei laboratori.

L'elemento distintivo della scoperta è il **controllo preciso della direzione del flusso**, ottenuto non solo modulando la forma del fascio luminoso, ma anche una proprietà fondamentale della luce: la **polarizzazione**, che determina la direzione di oscillazione del campo elettrico dell'onda luminosa. È proprio questa caratteristica a rendere possibile la creazione di flussi intrinsecamente direzionali, distinguendo il metodo da altre tecniche di manipolazione ottica.

Un ulteriore vantaggio del nuovo approccio è l'integrazione naturale con i sistemi ottici: poiché molti esperimenti e analisi avvengono già al microscopio, il **controllo dei flussi tramite luce può essere integrato direttamente nello stesso strumento**, evitando così l'uso di apparati fluidici separati e spesso ingombranti.

La ricerca è il risultato di **quasi tre anni di lavoro interdisciplinare** e nasce da una collaborazione avviata nell'ambito della **Geilo School**, storica scuola internazionale di fisica della materia condensata. Quello che era iniziato come uno studio esplorativo guidato dalla curiosità scientifica ha portato a una scoperta inattesa, aprendo nuove linee di ricerca nei campi della **soft matter**, della **scienza dei colloid**i e dell'**optofluidica**, con potenziali ricadute tecnologiche e biomedicali.

*“Questo lavoro rappresenta un bell'esempio di serendipity nella ricerca – commenta **Emiliano Descrovi**, docente del Dipartimento Scienza Applicata e Tecnologia-DISAT del Politecnico di Torino e tra gli autori dello studio – La nostra intenzione iniziale era di studiare le foto-deformazioni di singole particelle di azopolimero, disperse sulla superficie di liquido. (S)fortunatamente, si è rivelato molto difficile isolare individualmente le particelle, e ci siamo trovati ad illuminare con il laser, sotto il microscopio, molte particelle contemporaneamente. Ci siamo quindi accorti che in certe condizioni di densità di particelle, un moto collettivo andava ad instaurarsi, generando così un flusso la cui direzione veniva controllata dalla polarizzazione della luce. L'effetto è stato molto sorprendente perché mai osservato prima e ci ha indotto ad abbandonare il nostro piano iniziale, per comprenderne più profondamente i meccanismi. In futuro vorremo applicare questo nuovo sistema di trasporto di fluidi in ambito biologico, in sinergia con altri sistemi noti come le pinzette ottiche”.*

Leggi l'articolo completo su Nature Communications: [**“Directional flows using capillary assembly of photo-deformable colloidal particles at water-air interface”**](#)