

**E-LAB: NUOVI STRUMENTI INFORMATICI
PER L'INSEGNAMENTO DELLE SCIENZE BIOLOGICHE**

NERI NICCOLAI

Università di Siena

ANDREA BERNINI

Università di Siena

STEFANO CHIELLINI

SienaBiografix Srl, Siena

La Regione Toscana sta impegnando risorse cospicue per incentivare la ricerca nei settori delle biotecnologie e delle tecnologie dell'informazione e comunicazione, contando su una rete di eccellenti centri di ricerca pubblici e privati. È proprio in questa prospettiva che un ulteriore impegno è stato rivolto per il collegamento tra ricerca pubblica e privata con la costituzione del Parco Scientifico Toscana Life Sciences (TLS), in cui nuove imprese biotecnologiche potranno svilupparsi in un ambiente in cui le difficoltà di trasferimento dell'innovazione in prodotti da immettere nel mercato sono considerate in modo prioritario.

Non sorprende, quindi, che le Università di Firenze, Pisa e Siena offrano tutte Corsi di Laurea triennali e specialistici in Biotecnologie, ciascuno con specificità derivanti dalla sede proponente. Questo forte impegno formativo delle Università toscane, poco si armonizza con il basso livello della cultura scientifica presente nel territorio. Negli ultimi anni la Regione Toscana ha mostrato, a questo riguardo, una grande sensibilità sostenendo molte iniziative per la diffusione della cultura scientifica, quali Pianeta Galileo, Settimane della Cultura scientifica, Musei e Mostre sui temi della ricerca.

Non sorprende, quindi, che proprio dalla Toscana parta la proposta **e-lab**, *per la progettazione ed allestimento di un laboratorio virtuale*. Il progetto intende avvalersi delle forti potenzialità della realtà virtuale per replicare un laboratorio su una piattaforma *di e-learning*, da utilizzare per orientamento, formazione ed aggiornamento di un'ampia varietà di soggetti: dagli studenti delle scuole medie e superiori,¹ al personale dei centri di ricerca e produzione, al cittadino desideroso di accrescere i propri livelli di cultura su tematiche che sempre più spesso si incontrano nei mezzi d'informazione.

L'idea del laboratorio virtuale proposto prevede un insieme integrato di ambienti, apparecchiature scientifiche e dotazioni presenti nei laboratori universitari ed industriali

più attrezzati, riprodotte virtualmente in grafica computerizzata, interattive e fedeli alla realtà in ogni aspetto estetico ed operativo. I livelli di interattività che ciascuna apparecchiatura offrirà descriveranno efficacemente le potenzialità della procedura scientifica virtualizzata, ponendo l'operatore di fronte alle principali operazioni associate a ciascuna tecnica usata attraverso interfacce grafiche diverse a seconda del tipo di utenza prevista.



Figura 1.

Il progetto **e-lab** prevede la realizzazione di un'innovativa piattaforma multivalente per la formazione scientifica, e non una collezione di singoli oggetti informatici. Il progetto sarà quindi improntato ad una vera ricerca scientifica, anche di base, per la costruzione di un *framework* di lavoro, che mira a diventare un punto di riferimento, espandibile in futuro anche da altri soggetti grazie all'introduzione di nuovi standard dedicati agli ambienti virtuali di laboratorio.

I punti fondamentali dello sviluppo saranno i seguenti.

- Modularità: ovvero la possibilità di aggiungere o modificare indipendentemente le esperienze formative.
- Accessibilità: ovvero l'abilità di accedere a contenuti didattici da remoto.
- Interoperabilità: ovvero la possibilità di utilizzare gli stessi contenuti didattici su piattaforme hardware e software differenti.
- Persistenza: ovvero l'abilità di «resistere» ai cambiamenti tecnologici senza richiedere riprogettazione o riconfigurabilità del sistema.
- Riusabilità: ovvero la flessibilità di poter incorporare uno stesso componente

didattico in più contesti.

- Tracciabilità: ovvero le azioni intraprese ed i risultati dell'utente possono essere registrati per seguire e sviluppare il suo percorso formativo.

La realizzazione di **e-Biolab** è rilevante da molteplici punti di vista, ma gli obiettivi che con questo si vogliono raggiungere sono da un lato favorire la riqualificazione del capitale umano nel settore delle biotecnologie e, dall'altro, sviluppare uno strumento didattico innovativo per formazione ed orientamento scientifico.

I prodotti ed i metodi delle biotecnologie possono suscitare dibattiti in cui le posizioni espresse sono in larga misura influenzate da fattori etici, religiosi e politici. Perciò è importante diffondere/divulgare le basi scientifiche delle biotecnologie, allo scopo anche di ampliare la base oggettiva del dibattito. Il fatto che le biotecnologie associno alle loro immense potenzialità una pubblica percezione in larga misura negativa è stato considerato come un grave problema anche dall'Unione Europea.

Per questo, nei precedenti Programmi Quadro della ricerca comunitaria, sono state messe a punto strategie per operare una inversione di questa tendenza. In Toscana, ove le Biotecnologie rappresentano una importante quota delle attività produttive, il miglioramento della pubblica percezione del settore riassume, quindi, una particolare rilevanza. In questa prospettiva **e-Biolab**, permettendo di visualizzare tecniche e prodotti *biotech* con un'informazione accurata e di immediato impatto, può migliorare la pubblica percezione della scienza e delle biotecnologie in particolare.

Un laboratorio virtuale, utilizzabile in un'aula informatizzata, permette l'istruzione di studenti su metodologie scientifiche complesse, senza i problemi d'accesso che hanno i laboratori reali, soprattutto nei confronti di portatori di handicap, a causa dalla delicatezza delle apparecchiature in essi contenuti. Le modalità d'impiego degli ambienti virtuali per l'insegnamento delle scienze sono già state oggetto di studi, anche in pubblicazioni internazionali [1], nei quali sono state individuate le caratteristiche essenziali che questi ambienti devono possedere per poter avere un impatto psicologico altamente positivo nel far muovere, in un ambiente virtuale, gli utenti senza alcuna paura di danneggiare o fare del male e nell'offrire la possibilità di fare esperienze nella massima libertà. Negli stessi studi vengono sottolineati i pregi di questi progetti a supporto della didattica tradizionale.

I punti fondamentali di questo progetto possono essere raccolti in cinque parole chiave, ovvero:

- «imparare facendo», affiancando così ai metodi tradizionali di insegnamento, la possibilità di fare esperienza diretta virtuale e quindi sicura;
- «interattività», essenziale sia per riprodurre la realtà del laboratorio, sia per essere accattivante e far scaturire la curiosità, e quindi per accrescere la conoscenza;
- «flessibilità», importante per muoversi liberamente in un ambiente didattico

virtuale nel quale l'esperienza diventa importante anche quando fosse erronea nella sua metodologia;

- «tutor virtuali», i quali assumono una grande importanza ai fini didattici, per correggere eventuali procedure non corrette, e per far capire l'importanza dell'errore stesso.

Nel laboratorio virtuale, realizzate con una grafica adeguata per le simulazioni delle procedure oggetto dell'istruzione, saranno presenti riproduzioni funzionanti di apparecchiature sofisticate e costose quali quelle necessarie per la sintesi, purificazione e caratterizzazione di materiali biopolimerici, oltre alle piccole dotazioni quali pHmetri, centrifughe e vetreria.

Un tratto fondamentale di questo progetto è anche il reinserimento nella ricerca scientifica di portatori di handicap. Le persone diversamente abili sono escluse dall'accesso ai laboratori scientifici per la pericolosità degli ambienti stessi: qui si trovano infatti apparecchiature complesse e delicate, contenitori in cui sono tenuti reattivi chimici infiammabili, tossici e corrosivi al tatto ed all'inalazione – oggetti e sostanze pericolose per colui che effettua direttamente l'esperimento e per coloro che lo circondano. Sarà invece possibile avere, con **e-lab**, un accesso alle apparecchiature scientifiche ed al reagentario chimico necessario per condurre esperimenti mediante un'interfaccia grafica, a controllo eventualmente anche solo vocale. Questo progetto virtuale tende quindi a conseguire un ulteriore abbattimento delle barriere architettoniche, dando la possibilità a chiunque di interfacciarsi con tale realtà scientifica e dando ai portatori di handicap la pari opportunità all'istruzione scientifica.



Figura 2.

La realizzazione di **e-lab** ha molteplici valenze positive nel campo della crescita della cultura scientifica, specificamente nel settore in cui strutture pubbliche e private di ricerca sono particolarmente attive in Toscana, ovvero le biotecnologie. *Imparare facendo*, se pure in modo virtuale, può portare larghi strati di popolazione, studentesca e non, a contatto con gli strumenti ed i prodotti dell'innovazione scientifica.

e-lab è una piattaforma per la formazione scientifica anche a distanza in cui le opportunità sono offerte in ugual misura a uomini e donne. Le piattaforme informatiche sono uno strumento che, anche attraverso procedure standard di *e-learning*, possono espandere percorsi formativi precedentemente riservati a studenti a tempo pieno; per questo motivo **e-lab** diventa un valido sostegno all'apprendimento scientifico per tutte quelle persone che, a causa di impedimenti vari, si trovano ad avere la maggior parte della propria giornata coinvolta in impegni, disponendo di poco tempo libero, e semmai in fasce orarie, quali quelle serali. Questo, ad esempio, è il caso più frequentemente incontrato tra le donne, le quali hanno i maggiori oneri nella gestione dei figli e quindi possono trarre vantaggio da **e-lab** per il proprio accrescimento culturale in campo scientifico, riequilibrando la loro possibilità di conoscenza.

Questo progetto, oltre che un potente strumento per l'istruzione, formazione ed orientamento in campo scientifico, si configura anche come un supporto espandibile ed aggiornabile per la società della conoscenza da inserirsi in percorsi di formazione continua.

e-lab, avendo come obiettivo la formazione/informazione su processi biotecnologici che sono sviluppati nel territorio regionale, si avvale della collaborazione di *partner* industriali di grande rilevanza, quali Novartis Vaccines, e micro-imprese che operano, o stanno iniziando a farlo, nel Parco scientifico Toscana Life Sciences. **e-Biolab** si pone, dunque, come strumento per l'alta formazione collegato ai temi strategici dell'innovazione e del trasferimento tecnologico per indurre la diffusione della ricerca e dell'innovazione verso le imprese ed il territorio. Il coinvolgimento di *spin-off* universitarie, quali SienaBioGrafix, conferisce al progetto un notevole valore aggiunto.

La valorizzazione del capitale umano lungo tutto l'arco della vita (*life-long learning*) è considerata di importanza strategica per la comunità. In tal senso **e-lab** si configura come uno strumento rilevante per l'accrescimento/aggiornamento delle conoscenze in qualsiasi momento dell'attività del cittadino, sia come singolo, sia come appartenente ad un gruppo omogeneo di operatori da riqualificare.

La caduta dei costi necessari per l'acquisizione di elaboratori elettronici con buone prestazioni e gli incentivi che sono stati offerti a tutte le scuole di ogni ordine e grado, hanno favorito una capillare diffusione delle cosiddette aule informatizzate. **e-lab** le trasforma in laboratori scientifici con le seguenti caratteristiche:

1. annullamento dei problemi di sicurezza connessi all'uso di laboratori convenzionali;

2. presenza integrata, nell'ambiente virtualmente ricostruito, di apparecchiature sofisticate e costose, ciascuna aggiornabile allo stato dell'arte delle varie metodologie;
3. bassi costi di manutenzione per il funzionamento della piattaforma informatica;
4. nessuna necessità di personale tecnico a sostegno delle operazioni effettuate;

Molecolando

In questa breve discussione vorremmo dare risposta ad una semplice domanda: possiamo vedere le molecole?

Ogni giorno siamo abituati a confrontarci con oggetti di varia grandezza, ma solitamente dell'ordine dei metri o centimetri, anche perché i manufatti dell'uomo tendono ad essere dimensionati per essere alla nostra portata, per ovvi motivi. La natura ha invece dimensionato gli oggetti su un scala molto più ampia, dalle migliaia di chilometri delle stelle ai milionesimi di millimetro degli atomi.

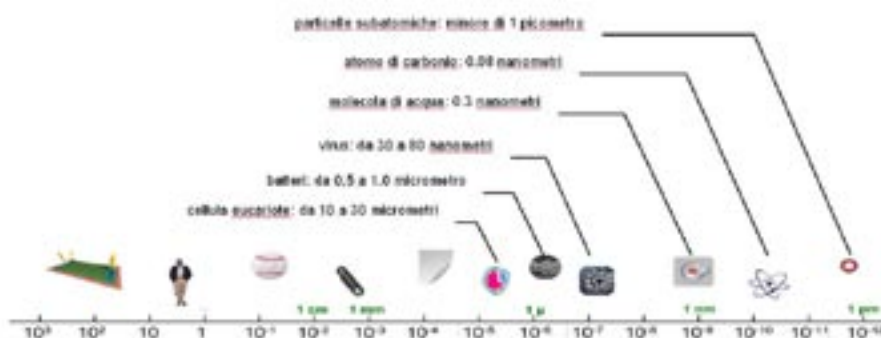


Figura 3.

Ma qual è, fra questi, il limite dell'occhio umano? Proviamo a scoprirlo procedendo per gradi e con esempi pratici. A tutti, sulla spiaggia, è capitato di concentrarsi su una manciata di sabbia per cercare di scorgere ogni singolo granello; ebbene la sabbia si definisce materia granulare della misura da 2.00 mm a 0.06 mm (cioè fino a 60 micrometri), quindi i micrometri (milionesimi di metro, μm) sono alla nostra portata

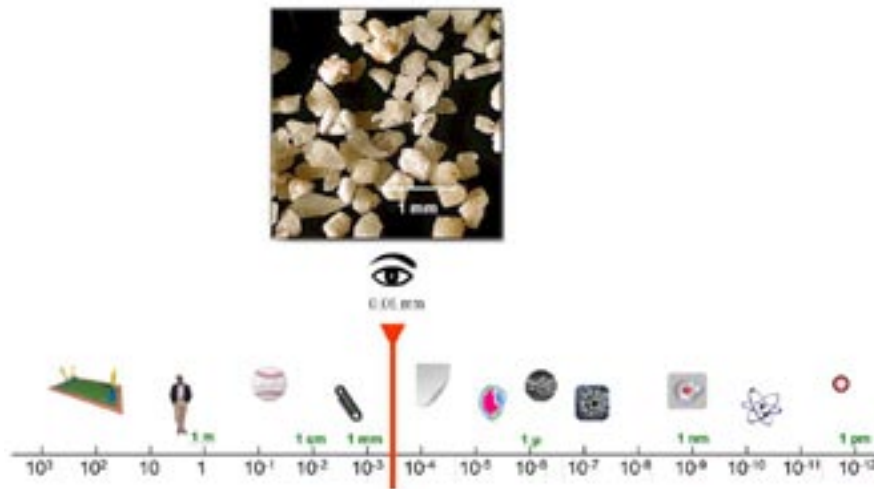


Figura 4.

Cosa succede però se osserviamo da vicino della sabbia di fiume (il limo)? Riusciamo probabilmente a scorgere delle particelle, ma la vista ad un certo punto si confonde. Il limo si definisce come materia granulare della misura da 0.060 mm fino a 0.004 mm (cioè fino a 4 micrometri), quindi possiamo dire che le decine di micrometri sono il limite massimo cui possiamo arrivare ad occhio nudo.

A questo punto la tecnologia ci viene in aiuto con una scoperta che ha cambiato il modo di osservare la natura, il microscopio. Questo, tramite un sistema di lenti ottiche, ingrandisce gli oggetti invisibili ad occhio nudo fino a renderli a disponibili alla nostra vista. Anche il microscopio ha un limite, però, che è determinato dall'uso della luce visibile. Noi vediamo gli oggetti perché riflettono la luce che li colpisce, ed è questa che noi percepiamo. Siccome il nostro occhio «vede» solo la luce del campo del visibile, essa è il fattore limitante. Se consideriamo che la lunghezza d'onda media della luce visibile è 0.55 micrometri, la fisica ci dice che non possiamo vedere oggetti inferiori alla metà di essa, cioè 0.275 micrometri, nemmeno con un microscopio, che non fa altro che «ingrandire» l'immagine data dalla luce visibile. Questo ci permette comunque di arrivare a vedere oggetti piccoli come cellule o batteri.

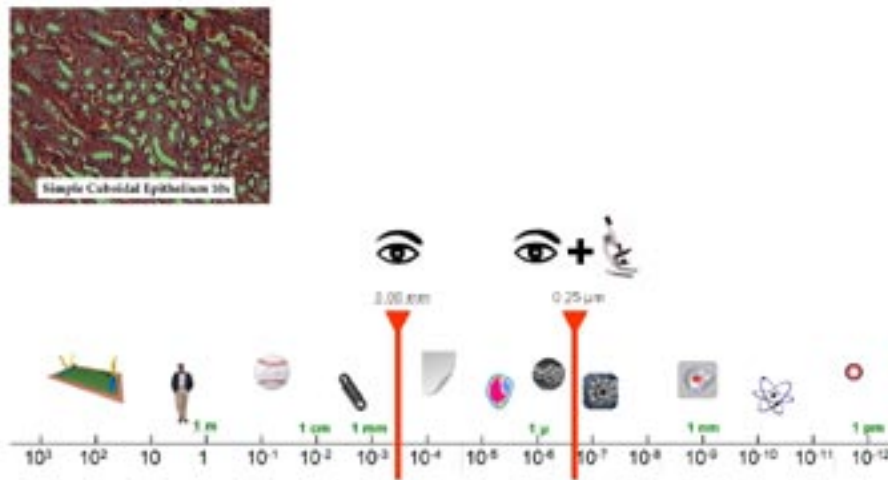


Figura 5.

Si può oltrepassare questo limite dato dalla luce visibile? Certo, basta utilizzare una lunghezza d'onda più corta, che sia dell'ordine di grandezza degli oggetti da osservare. Ad un prezzo però, non potremo più vedere gli oggetti direttamente, perché la nostra natura ci rende impossibile percepire con gli occhi le radiazioni inferiori al visibile, come i raggi ultravioletti. Saremo costretti quindi a ricostruirci una immagine virtuale degli oggetti osservati.

La soluzione più comune è utilizzare gli elettroni, tramite un apposito microscopio (detto appunto a trasmissione elettronica) ad una lunghezza d'onda di 1.23 nanometri (miliardesimi di mm, nm), che, per quanto detto a proposito del microscopio ottico, ci offrono una risoluzione di ca. 0.6 nanometri, sufficienti a visualizzare piccole molecole

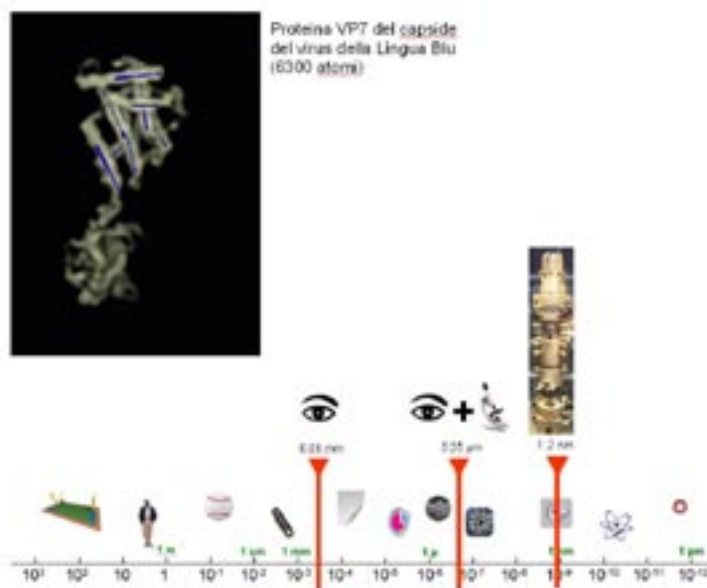


Figura 6.

Scendendo ulteriormente, alla lunghezza d'onda dei raggi-X, di solito 0.15 nm, è possibile individuare i singoli atomi.

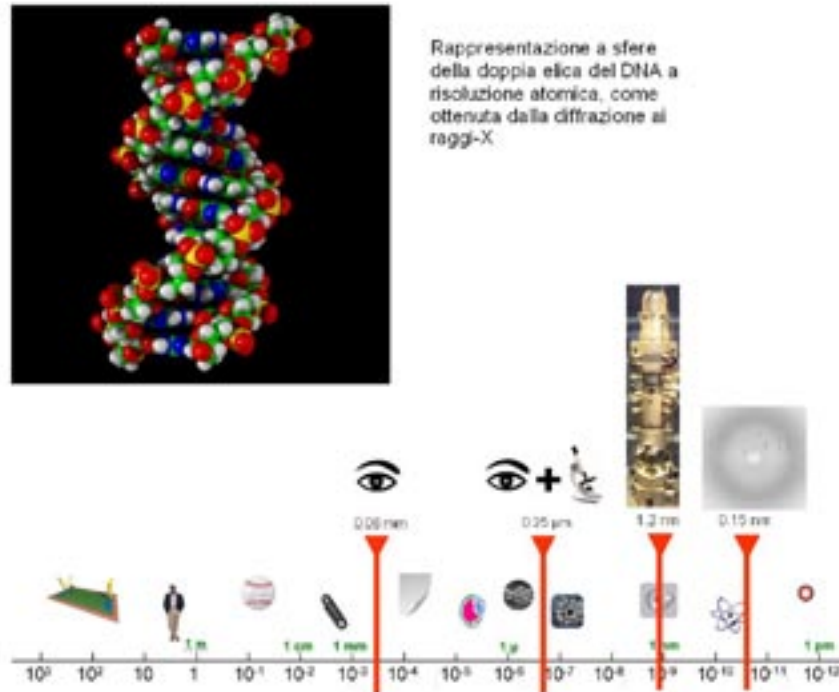


Figura 7.

È questa la tecnica usata da Watson e Crick negli anni '50 che permise di scoprire la doppia elica del DNA, tecnica oramai perfezionata che permette di ricostruire la struttura delle molecole fino al dettaglio atomico.

Tornando alla nostra domanda iniziale, possiamo quindi dire che non con l'occhio umano, ma con l'ausilio della tecnologia e della grafica virtuale, è possibile osservare il mondo degli atomi, permettendoci di investigare i meccanismi della vita a livello delle molecole.

NOTE

¹ Per esempi di nuovi strumenti informatici finalizzati all'insegnamento delle scienze biologiche si veda: http://www.sienabiograftx.com/index_sci.php.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Jian Qing Yu, David J. Brown and Ellen E. Billet. Development of a Virtual Laboratory Experiment for Biology; *European Journal of Open, Distance and E-Learning*, 27/09/05.