

# Il laboratorio biologico del Centro Musei delle Scienze Naturali: un'esperienza didattica per comunicare il ruolo dei reperti museali nella ricerca scientifica

Lucia Borrelli

Roberta De Stasio

Centro Musei delle Scienze Naturali, Università degli Studi di Napoli Federico II, via Mezzocannone, 8. I-80134 Napoli.  
E-mail: luborrel@unina.it; destasio@unina.it

Immacolata Zambrano

Associazione culturale Naturalia, via G. Cotronei, 11. E-mail: imma.zambrano@libero.it

Vincenza Laforgia

Centro Musei delle Scienze Naturali, Università degli Studi di Napoli Federico II, via Mezzocannone, 8. I-80134 Napoli.  
E-mail: vincenza.laforgia@unina.it

## RIASSUNTO

I musei scientifici, grazie alla peculiare relazione esistente tra i reperti e le attività di ricerca, hanno un ruolo fondamentale nello sviluppo della scienza, nella didattica e nella divulgazione della cultura. Dal 2007, i Musei di Antropologia e Zoologia, per meglio contribuire alla formazione scientifica dei giovani, hanno organizzato attività di laboratorio di interesse biologico. Le esperienze, consistenti in esercitazioni di istologia, embriologia, biologia molecolare, biotecnologie, bioinformatica e biochimica, sono finalizzate alla divulgazione del ruolo che i reperti antropologici e zoologici rivestono nello studio morfologico e molecolare degli organismi e alla comprensione di moderne tecniche di ricerca. L'approccio didattico adottato ha consentito agli studenti di vivere in prima persona l'esperienza della ricerca. Le attività di maggiore successo sono state quelle di biologia molecolare, di biotecnologie e di istologia. I laboratori biologici hanno consentito al Centro Museale di instaurare nuovi e più proficui rapporti di collaborazione con le scuole del territorio, contribuendo a rafforzare la missione educativa dei Musei.

Parole chiave:

laboratorio biologico, museo scientifico, didattica museale, ricerca scientifica.

## ABSTRACT

*The biological laboratory of Museum Centre of Natural Science: a didactic experience to communicate the role of museum specimens in the scientific research.*

*The scientific museums, due to the particular relationships existing between specimens and scientific research, have a fundamental role in the progress of the science, in the didactics and in cultural spread. Since 2007, anthropological and zoological Museums set up biological laboratory experiences in order to contribute to the scientific education of the young people. The experiences, consisting in histology, embryology, molecular biology, biotechnology, biochemistry and bioinformatic activities, aim to disseminate the role of the anthropological and zoological specimens in the morphological and molecular study of living organisms, as well as to understand the modern methods of scientific analysis. The didactic approach gives to the students the possibility to actively participate to the research activities. Among the experiences those of molecular biology, biotechnology and histology have been preferred from the students. The biological laboratories have allowed to establish new and fruitful relationships between the Museum Centre and the schools of Campania, so contributing to the educative mission of Museums.*

Key words:

*biological laboratory, scientific museum, museum didactics, scientific research.*

## RUOLO DEI REPERTI MUSEALI ANTROPOLOGICI E ZOOLOGICI NELLA RICERCA SCIENTIFICA

Il Centro Museale "Centro Musei delle Scienze Naturali" dell'Università di Napoli Federico II è stato istituito nel 1992 per spontanea aggregazione dei Musei di Mineralogia, Zoologia, Antropologia e Paleontologia. Fondati tra l'Ottocento e i primi anni del Novecento, i Musei universitari sono ospitati nei complessi del San Salvatore e di San Marcellino e Feste, edifici di rilevante interesse culturale ed artistico. I Musei del Centro vantano un patrimonio molto vasto, consistente in più di 150.000 reperti provenienti da tutto il mondo, e documentano in modo esauriente numerosi aspetti del mondo della natura (AA.VV., 1999).

Istituzioni deputate per lungo tempo alla raccolta, conservazione e studio dei reperti, attualmente i Musei universitari, grazie alla peculiare relazione esistente tra i reperti e le attività di ricerca, hanno un ruolo fondamentale nello sviluppo della scienza, nella didattica e nella divulgazione della cultura (Pinna, 1999, 2001). Gli storici reperti del Centro Musei delle Scienze Naturali contribuiscono non solo alla ricostruzione del pensiero scientifico, ma anche all'avanzamento delle conoscenze (Monza & Barbagli, 2006). Essi, infatti, possono essere studiati con moderne tecniche di indagine per chiarire problematiche scientifiche ancora oggetto di controversia (Caramelli & Lari, 2004). In campo antropologico, alcuni studi condotti sul DNA antico estratto dai reperti fossili hanno contribuito a dare un notevole impulso alla comprensione dell'evoluzione umana. Le analisi molecolari condotte sul DNA mitocondriale, estratto da individui appartenenti ad alcune popolazioni dei cinque diversi continenti, hanno chiarito l'origine della nostra specie *Homo sapiens*, evidenziando un'univoca progenitrice africana, la cosiddetta "Eva africana", la cui comparsa risalirebbe a 150 mila anni fa (Cann et al., 1987; Ingman et al., 2000). L'analisi del DNA antico ha consentito di dimostrare anche che *Homo neanderthalensis* e *Homo sapiens* rappresentano due specie distinte (Krings et al., 1997; Caramelli et al., 2003). Gli studi molecolari hanno dimostrato, inoltre, che circa il 99% del patrimonio genetico degli esseri umani coincide con quello degli scimpanzé. Su tre miliardi di basi nucleotidiche che compongono il genoma umano solo 15 milioni, meno dell'uno per cento, sono cambiate nei 6-7 milioni di anni trascorsi da quando gli scimpanzé e gli esseri umani si sono separati da un antenato comune. L'analisi delle regioni modificate presenti nel genoma dell'uomo ha consentito di evidenziare le sequenze che ci rendono umani. Tra queste, la sequenza HAR1, attiva nel cervello e, probabilmente, implicata nello sviluppo della corteccia cerebrale, particolarmente grande negli esseri umani, e la sequenza FOXP2, coinvolta nell'articolazione delle parole, e responsabile del

linguaggio negli esseri umani moderni (AA.VV., 2005; Pollard, 2009).

Anche in ambito zoologico, numerose indagini effettuate negli ultimi decenni hanno consentito la caratterizzazione di sequenze nucleotidiche di specie estinte mediante lo studio del DNA antico a partire da reperti museali. Lo studio delle sequenze dei geni nucleari e mitocondriali di differenti specie ha consentito di effettuare corrette diagnosi tassonomiche e di stabilire relazioni filogenetiche tra i taxa. Il primo importante studio è stato realizzato in California nel 1984 (Higuchi et al., 1984) ed è consistito nel clonaggio del DNA mitocondriale dalla cute del quagga, un Equide simile alla zebra attuale, estintosi in Africa meridionale nel 1883. L'analisi comparativa di questa sequenza con quelle ottenute da zebre attuali ha dimostrato che il quagga è una sottospecie *Equus burchelli quagga* della zebra di Burchell (*Equus burchelli*) e non una specie (*Equus quagga*), come originariamente ritenuto (Orlando et al., 2009).

## I LABORATORI BIOLOGICI DEI MUSEI DI ANTROPOLOGIA E ZOOLOGIA DEL CENTRO MUSEALE

Grazie al fondamentale ruolo dei reperti nella ricerca scientifica e, conseguentemente, nella didattica e nella divulgazione culturale, i musei universitari concorrono attivamente all'arricchimento culturale di tutta la cittadinanza e collaborano assiduamente con le scuole del territorio, sviluppando presso le proprie sedi percorsi didattici (Ghiara et al., 2008). Le numerose attività didattiche hanno notevolmente contribuito all'educazione scientifica scolastica, rendendo i musei universitari un'istituzione culturale di riferimento per i giovani studenti della città.



Fig. 1. Alcuni alunni mentre effettuano la colorazione di un preparato biologico con emalume-eosina.



Fig. 2. Un alunno osserva al microscopio ottico alcuni stadi dello sviluppo embrionale del riccio di mare.

Allo scopo di concorrere in maniera più efficace alla formazione scientifica dei giovani, dal novembre 2007, i Musei di Antropologia e Zoologia hanno organizzato attività di laboratorio di interesse biologico per le scolaresche. Le esperienze, progettate dai funzionari, vengono realizzate da giovani laureati dell'Associazione culturale Naturalia, esperti in specifiche discipline biologiche e naturalistiche.

Le attività sperimentali consistono in esercitazioni di istologia, embriologia, biologia molecolare, biotecnologie, bioinformatica e biochimica. Esse sono precedute da una breve introduzione teorica nella quale viene chiarito l'importante contributo che i reperti museali antropologici e zoologici danno allo studio dell'evoluzione biologica delle specie animali e dell'uomo. Le attività, inoltre, avvicinano le scolaresche alla sperimentazione di alcune tra le più moderne tecniche di indagine utilizzate nei laboratori di ricerca biologica. L'esperienza di istologia offre ai ragazzi l'occasione di capire in che modo i campioni antropologici e zoologici (ossa, denti, peli o tessuti molli opportunamente conservati) presenti nei musei possono essere studiati con l'ausilio dei microscopi, strumenti che permettono di esplorare la struttura e l'organizzazione della cellula, unità fondamentale di tutti gli organismi viventi, non identificabile ad occhio nudo per le sue ridotte dimensioni. Nel corso dell'esperienza, ciascun alunno sperimenta come si allestisce un preparato biologico da osservare al microscopio ottico attraverso l'utilizzo di tecniche istologiche. Studia tutte le fasi della preparazione, dal prelievo del campione al montaggio del vetrino ed effettua praticamente la colorazione di un vetrino campione con emallume-eosina. Osserva, infi-

ne, al microscopio ottico la complessa organizzazione di differenti tessuti biologici (fig. 1).

L'esercitazione di embriologia approfondisce il tema della riproduzione, un processo fondamentale per la continuità delle specie e per la vita di tutti gli organismi viventi, che hanno adottato nel corso dell'evoluzione numerose e complesse strategie in grado di favorire la fecondazione e il successivo sviluppo dell'embrione. L'esperienza viene affrontata con metodiche morfologiche e utilizza diversi sistemi modello, quali echinodermi, anfibi e uccelli, per mostrare le principali tappe della riproduzione e dello sviluppo embrionale. Partendo dall'osservazione dello zigote, prima cellula del nuovo individuo, che si forma in seguito alla fusione dei gameti, vengono studiati l'embrione e le principali trasformazioni che esso subisce durante i primi stadi di sviluppo (fig. 2).

Le attività di biologia molecolare, biotecnologie e bioinformatica consentono di approfondire lo studio del DNA, la microscopica "banca dati", contenuta nel nucleo di tutte le cellule degli organismi viventi. Nel corso dell'esperienza di biologia molecolare, i ragazzi, grazie alla costruzione di un modello tridimensionale di DNA, studiano la struttura chimica di questa complessa molecola e comprendono i principi basilari della genetica. Inoltre, utilizzando una moderna metodologia molecolare, estraggono il DNA dalle cellule, osservandone i filamenti ad occhio nudo e al microscopio ottico (fig. 3). L'esperienza di biotecnologie propone lo studio del DNA antico che si può estrarre dopo la morte da vari materiali di natura biologica, quali ossa, denti, resti mummificati o fossili di animali e vegetali. Vengono mostrate le principali tecniche sperimentali utilizzate dai ricercatori per il recupero e l'analisi del DNA antico dai reperti antropologici e zoologici (fig. 4). Il laboratorio di bioinformatica offre



Fig. 3. Modello tridimensionale di DNA costruito dagli allievi e materiale utilizzato nel corso dell'esercitazione di biologia molecolare.

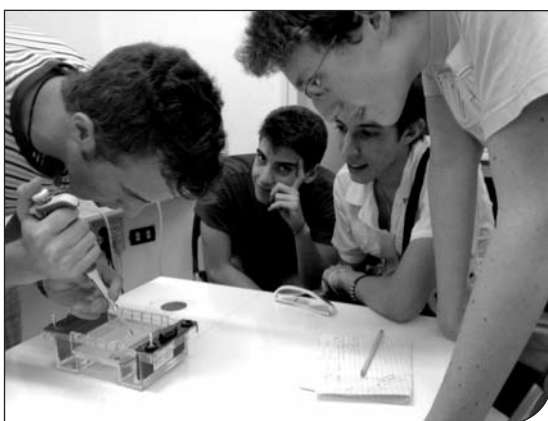


Fig. 4. Alcuni alunni caricano campioni di DNA in un gel di agarosio prima di effettuare un'elettroforesi orizzontale.

agli studenti la possibilità di analizzare, attraverso la consultazione di una banca dati informatizzata, le sequenze di molecole di DNA al fine di costruire alberi filogenetici che descrivono i rapporti di parentela tra gli organismi e consentono di ripercorrere le tappe fondamentali della storia evolutiva degli esseri viventi. Nel corso dell'attività di biochimica, gli studenti apprendono le principali tecniche sperimentali utilizzate dai ricercatori per ottenere l'isolamento e la caratterizzazione delle proteine, macromolecole sintetizzate a partire dal DNA. Le proteine sono costituenti fondamentali di tutte le cellule animali e vegetali, partecipano a numerose funzioni cellulari e sono indispensabili per il corretto svolgimento dei processi biologici degli organismi viventi. Gli allievi effettuano un'elettroforesi su gel, analizzano alcuni campioni proteici e ne verificano il grado di purificazione, valutando, dopo la colorazione del gel, il peso molecolare della proteina di interesse mediante il confronto con un campione di riferimento (fig. 5).

## METODI E OBIETTIVI DEI LABORATORI BIOLOGICI

Dal momento che in questi ultimi anni si sono affermati nuovi modelli per l'insegnamento delle discipline scientifiche, basati sul presupposto che le conoscenze si costruiscono attivamente e sull'idea che l'apprendimento è un processo di approfondimento di conoscenze preesistenti (Riccini, 2003), nell'organizzazione delle attività sperimentali sono state privilegiate modalità interattive che sollecitano interessi, emozioni e motivazioni (Cisotto Nalon, 2000; Xanthoudaki, 2000, 2003). Pertanto, le esercitazioni prevedono la partecipazione attiva degli studenti, che vengono coinvolti nell'utilizzazione delle apparecchiature e nella sperimentazione concreta delle più comuni tecniche utilizzate nei laboratori di ricerca. Gli studenti vivono in prima persona l'esperienza della ricerca e

osservano, scoprono ed apprendono fenomeni biologici. Durante le attività si fa anche ricorso ad innovative tecnologie informatiche e multimediali (Mitchell, 1996).

Gli obiettivi e i contenuti delle proposte didattiche sono, inoltre, diversificati in relazione alle differenti tipologie di studenti (Xanthoudaki, 2003).

I laboratori biologici dei Musei di Antropologia e Zoologia hanno consentito il raggiungimento di interessanti risultati. L'organizzazione delle attività di laboratorio ha suscitato l'interesse di numerose scolaresche: da un'analisi dei dati relativi all'affluenza è emerso che circa 3000 allievi hanno frequentato il laboratorio biologico negli anni 2008-2009. In questo periodo, le esperienze di maggiore successo sono state quelle di biologia molecolare e di biotecnologie che hanno avvicinato gli allievi allo studio del DNA antico e alla comprensione delle tecniche di estrazione, amplificazione e sequenziamento di questa molecola dai reperti museali. Grande interesse hanno riscosso anche le esercitazioni di istologia riguardanti lo studio morfologico delle cellule.

Le attività di laboratorio hanno consentito, inoltre, al Centro Museale di instaurare nuovi e più proficui rapporti di collaborazione con le scuole del territorio, contribuendo a rafforzare la missione educativa dei Musei in diversi settori disciplinari. Particolarmente interessante è risultata la partecipazione al Progetto "Genitori e Figli a Scuola di Scienze", realizzato nell'ambito del Programma Nazionale "Scuole Aperte" del MIUR. Il progetto, attraverso l'organizzazione di visite guidate ai Musei di Antropologia e Zoologia ed attività sperimentali, condotte presso i laboratori del

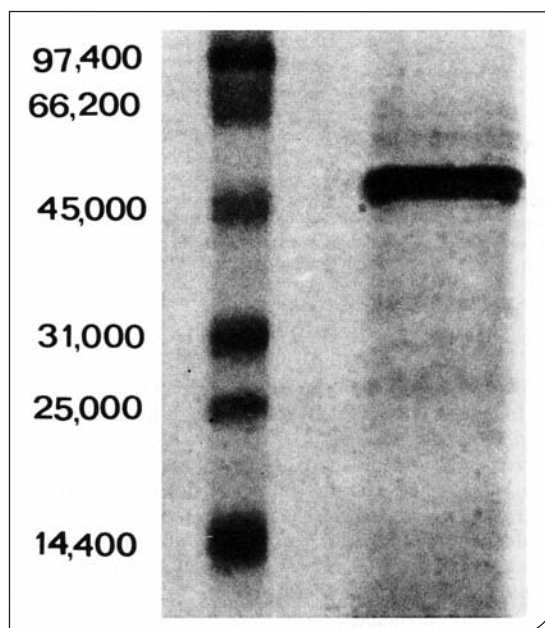


Fig. 5. Visualizzazione di una proteina dopo elettroforesi su gel.



Centro Musei e delle scuole, ha consentito a giovani e adulti di conoscere le interessanti collezioni dei musei e di approfondire attraverso i reperti lo studio delle specie animali e dell'uomo.

## RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia la Sig. Silvana Arienzo del Museo Zoologico per i dati relativi all'affluenza delle scolaresche alle attività di laboratorio biologico negli anni 2008-2009.

## BIBLIOGRAFIA

AA.VV., 1999. *I Musei Scientifici dell'Università di Napoli Federico II*. Fridericiana Editrice Universitaria, Napoli, 320 pp.

AA.VV., 2005. Initial Sequence of the Chimpanzee Genome and Comparison with the Human Genome. *Nature*, 437: 69-87.

CANN R.L., STONEKING M., WILSON A.C., 1987. Mitochondrial DNA and Human Evolution. *Nature*, 325: 31-36.

CARAMELLI D., LARI M., 2004. *Il DNA antico. Metodi di analisi e applicazioni*. Pontecorboli, Firenze, 168 pp.

CARAMELLI D., FOX C.L., VERNESI C., LARI M., CASOLI A., MALLEGGI F., CHIARELLI B., DUPANLOUP I., BERTRANPETIT J., BARBUJANI G., BERTORELLE G., 2003. Evidence for a genetic discontinuity between Neanderthals and 24,000-year-old anatomically modern Europeans. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 100: 6593-6597.

CISOTTO NALON M., 2000. *Il Museo come Laboratorio per la Scuola*. Il Poligrafo, Padova, 172 pp.

GHIARA M.R., PETTI C., MORMONE A., ROSSI M., 2008. I Musei narrano la Scienza: un progetto educativo. *Codice Armonico*, Edizioni ETS, pp. 153-159.

INGMAN M., KAESSMANN H., PAABO S., GYLLENSTEN V., 2000. Mitochondrial genome variation and the

origin of modern humans. *Nature*, 408: 652-653.

HIGUCHI R.G., BOWMAN B.B., FREIBERGER M., RYDER O.A., WILSON A.C., 1984. DNA sequences from the quagga, an extinct member of the horse family. *Nature*, 312: 282-284.

KRINGS M., STONE A., SCHMITZ R.W., KRAINITZKI H., STONEKING M., PAABO S., 1997. Neanderthal DNA sequences and the origin of modern humans. *Cell*, 90: 11-30.

MITCHELL S., 1996. *Object Lessons: the Role of Museums in Education*. HMSO, Edinburgh, 669 pp.

MONZA F., BARBAGLI B., 2006. *La Scienza nei Musei. Guida alla scoperta dello straordinario patrimonio museale scientifico italiano*. Orme, Milano, 437 pp.

ORLANDO L., METCALF J.L., ALBERDI M.T., TELLES-ANTUNES M., BONJEAN D., OTTE M., MARTIN F., EISENMANN V., MASHKOUR M., MORELLO F., PRADO J.L., SALAS-GISMONDI R., SHOCKEY B.J., WRINN P.J., VASIL'EV S.K., OVODOV N.D., CHERRY M.I., HOPWOOD B., MALE D., AUSTIN J.J., HÄNNI C., COOPER A., 2009. Revising the recent evolutionary history of equids using ancient DNA. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 106: 21754-21759.

PINNA G., 1999. *Il valore didattico e educativo dei musei di storia naturale*. In: Maresca Compagna A.(ed.), *Verso un sistema italiano dei servizi educativi per il museo e il territorio*. MBAC, Roma, pp. 161-166.

PINNA G., 2001. I Musei scientifici tra ricerca e comunicazione. *Nuova Museologia*, 4: 39-40.

POLLARD K.S., 2009. Che cosa ci rende umani. *Le Scienze*, 492: 46-51.

RICCINI R., 2003. *Imparare dalle cose. La cultura materiale nei musei*. Clueb, Bologna, 212 pp.

XANTHOUDAKI M., 2000. La visita guidata nei musei: da monologo a metodologia di apprendimento. *Nuova Museologia*, 1: 10-13.

XANTHOUDAKI M., 2003. *Un luogo per scoprire insegnare scienza e tecnologia con i musei*. Smec, Milano, 108 pp.