

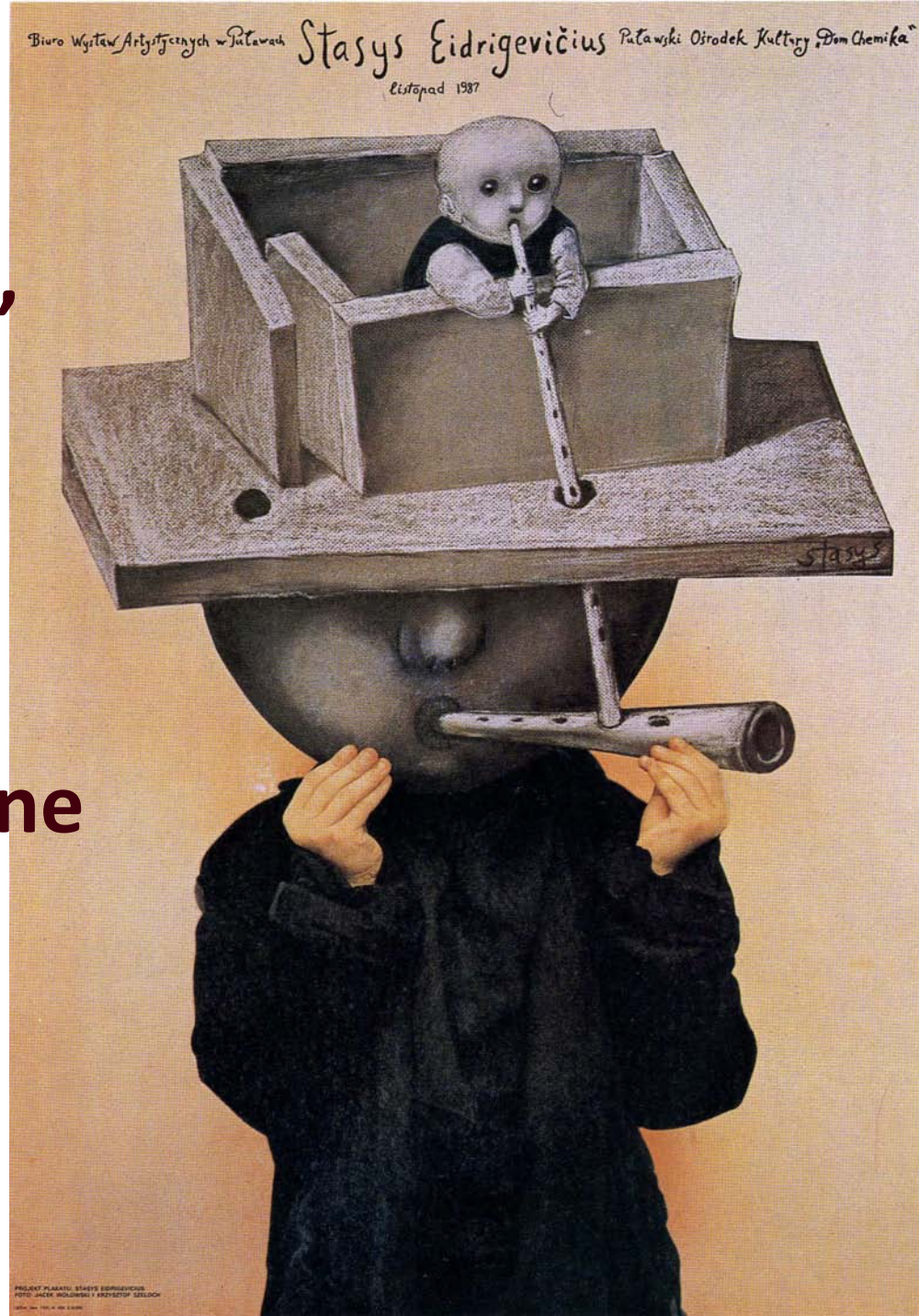


# **Mostre scientifiche i mezzi di comunicazione**

**febbraio 2024**



**deciso l'argomento,  
fissati gli obiettivi,  
individuato il pubblico,  
trovata la chiave  
narrativa,  
  
si passa a scegliere  
i mezzi di comunicazione**



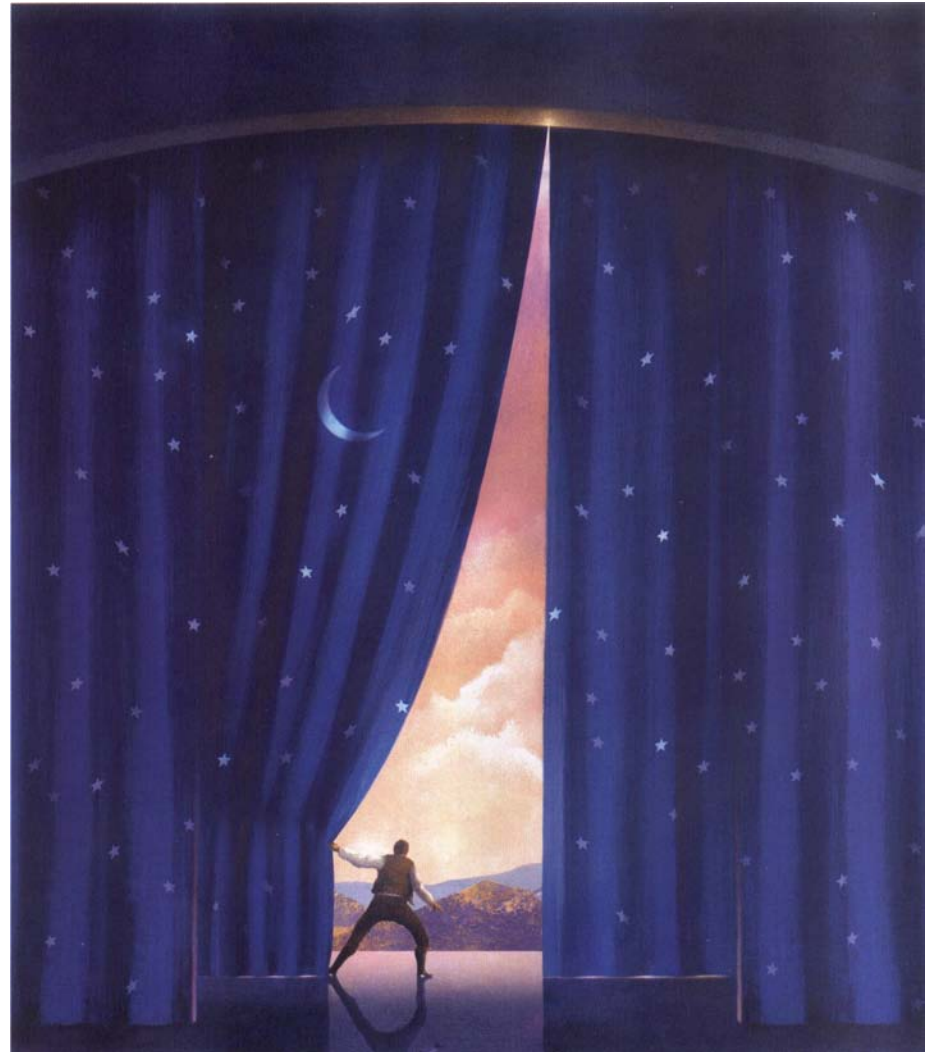
# i materiali:

- ordinati in una struttura logica
- evitare la ridondanza
- selezione finalizzata agli obiettivi
- adatti ai destinatari
- la presentazione riflette la struttura logica in una precisa sceneggiatura



# la sceneggiatura struttura logicamente la mostra

- **presentazione**
  - **sezioni caratterizzate da temi specifici e chiaramente individuate**
    - ▷ **il pubblico deve poter scegliere gli argomenti di interesse**
  - **congedo**
- si concretizza creando o raccogliendo i materiali da presentare**





# la sceneggiatura per ogni sezione ne contiene gli elementi specifici: testi, immagini, oggetti, ...

## $\alpha$ 1 e - Radioactivity in the Universe

The broad spectrum of materials and phenomena observed on earth, including the evolution of life, goes back to a *large variety of nuclei* that has been created – and still is being created – in the universe.

Some atomic nuclei are unstable and able to transform without any external force, into other nuclei, thereby emitting energetic radiations. This spontaneous decay is called Radioactivity.

Everything in the universe and on Earth – including our own bodies – contains a small proportion of radioactive nuclei.

This natural radioactivity has two origins :

It is produced by cosmic radiation which permanently creates new radioactive nuclei..

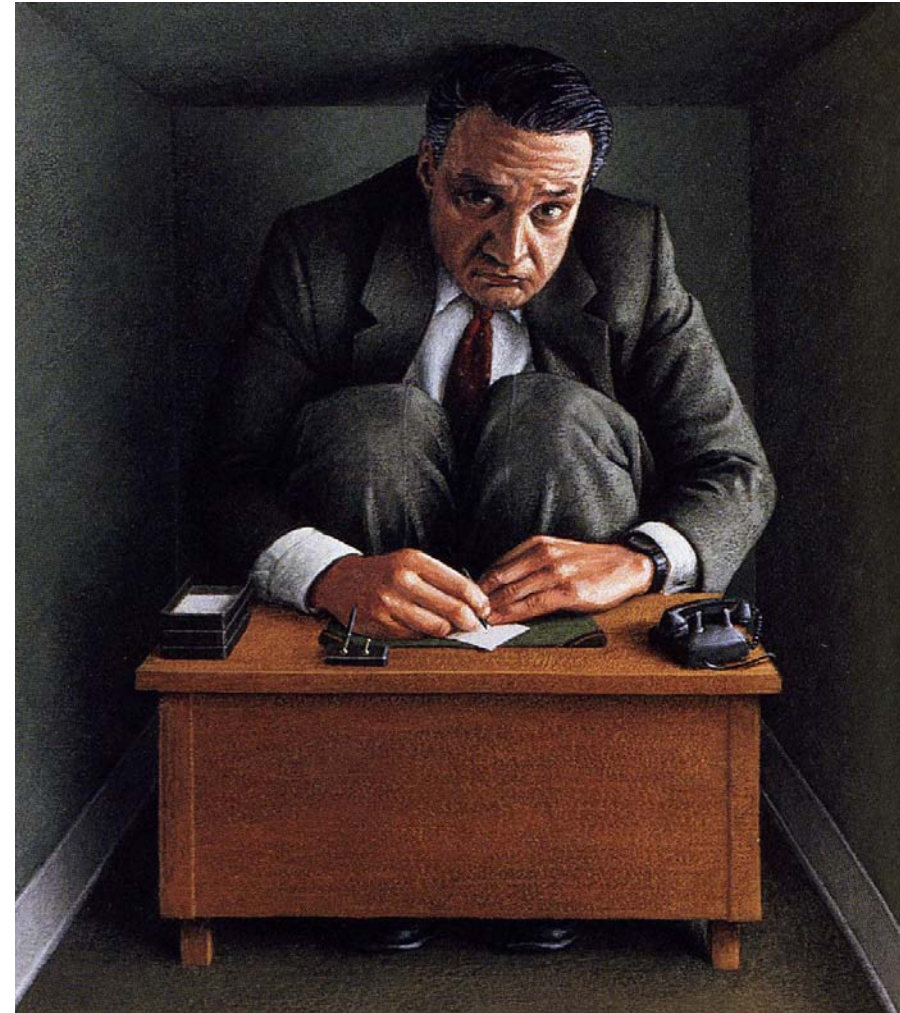
It is also a remainder from nuclear reactions that occurred in the interior of stars and in supernova explosions and were at the origin of the synthesis of all heavier isotopes found in our galaxy.

This happened more than five billion years ago.

**Detector:** Geiger counter

**caption:** *Have your own check! Measure with a Geiger counter the radioactivity of objects from our environment as well as from daily life! Every count represents a decay of a radioactive nucleus.*

**Pictures:** *nebula - Earth - stones*



# materiali per la comunicazione

- testi
- immagini
- oggetti
- apparati funzionanti/interattivi
- laboratori
- audiovisivi
- rete internet
- presentazioni artistiche
- interfaccia umana
- interazione scienziati/pubblico
- eventi
- catalogo/gadget



**la varietà dei materiali deve venir integrata in  
unica precisa strategia di comunicazione**

**si devono evitare forzature,  
mai privilegiare la spettacolarità e facili effetti  
rispetto alla correttezza dell'informazione**

**lo stile deve essere leggero, esatto, rapido,  
puntare alla visibilità e garantire la molteplicità**

**la quantità di materiali deve essere adeguata agli obiettivi della mostra e alla durata della visita**

- **non può mancare il necessario**
- **chiara indicazione dei temi per la scelta individuale del percorso**
- **deve poter essere visitata in un tempo ragionevole**
  - ▷ **evitare la ridondanza**
  - ▷ **rinunciare ai dettagli**





# testi

- **ridotti all'essenziale**
  - ▷ la mostra non è un trattato
- **chiari e leggibili**
- **fruibili immediatamente**
  - ▷ non deve servire wikipedia
- **adatti ai destinatari**  
**per un pubblico disomogeneo livelli diversi**



# **punti fermi nella comunicazione**

- **la scienza non è spettacolo**
- **la scienza non è “la scoperta”**
- **la scienza non è fatta da geni ma da professionisti che operano all’interno di istituzioni e partecipano al clima culturale del loro tempo**
- **la scienza non è facile**
  - ▷ **va resa accessibile in un processo attivo di comunicazione**



**una mostra non deve mirare a esaurire  
l'argomento, ma provocare attenzione,  
creare interesse sulle tematiche presentate,  
invitare ad approfondire con altri mezzi**



**testi:**

*chiacchiere, frappe, chimere, gofferie, argutie, filastrocche, castelli in aria, saviezze, aggiramenti et lambiccamenti di cervello, fanfalucole, sentenze, bugie, girelle, ghiribizzi, pappolate, capricci, frascherie, anfanamenti, viluppi, grilli, novelle, cicalerie, parabole, baie, proberbi, tresche, motti, humori et altre girendole et storie della presente leggenda, per non dir libro: poche dette e assai fuor di proposito*

**Anton Francesco Doni, *la zucca*, 1551**

**F. Bartolomeo da San Concordio 1272-1347**

***Ammaestramenti degli antichi***

**DISTINZIONE UNDECIMA.**

***Di dottrina, e modo di dire.***

***Che 'l dire breve è migliore, che 'l lungo.***

**RUBRICA VI.**

**1. Sette sono le cagioni, per le quali è meglio lo parlare brieve, che 'l lungo.**

- 2. La prima è, perché 'l parlare breve suole fare più desiderio; e 'l parlare lungo suole fare rincrescimento.**
- 6. La seconda è, perché spesse volte lo breve detto più chiaramente s'intende, che 'l lungo.**
- 9. La terza, perocché le brevi cose meglio si tengono a mente.**
- 13. La quarta, imperocché le brevi cose talora più muovono.**
- 16. La quinta, perocché comprendere il fatto con brevi parole è segno di savio.**
- 19. La sesta, imperocché spesso addiviene, che dire molte cose, specialmente che non pertengono affatto, fanno poi meno valere l'utili.**
- 23. La settima è, perché comunemente lo breve dire è più accettevole; onde si suole dire: Gli uomini al tempo d'oggi di brevità son vaghi.**

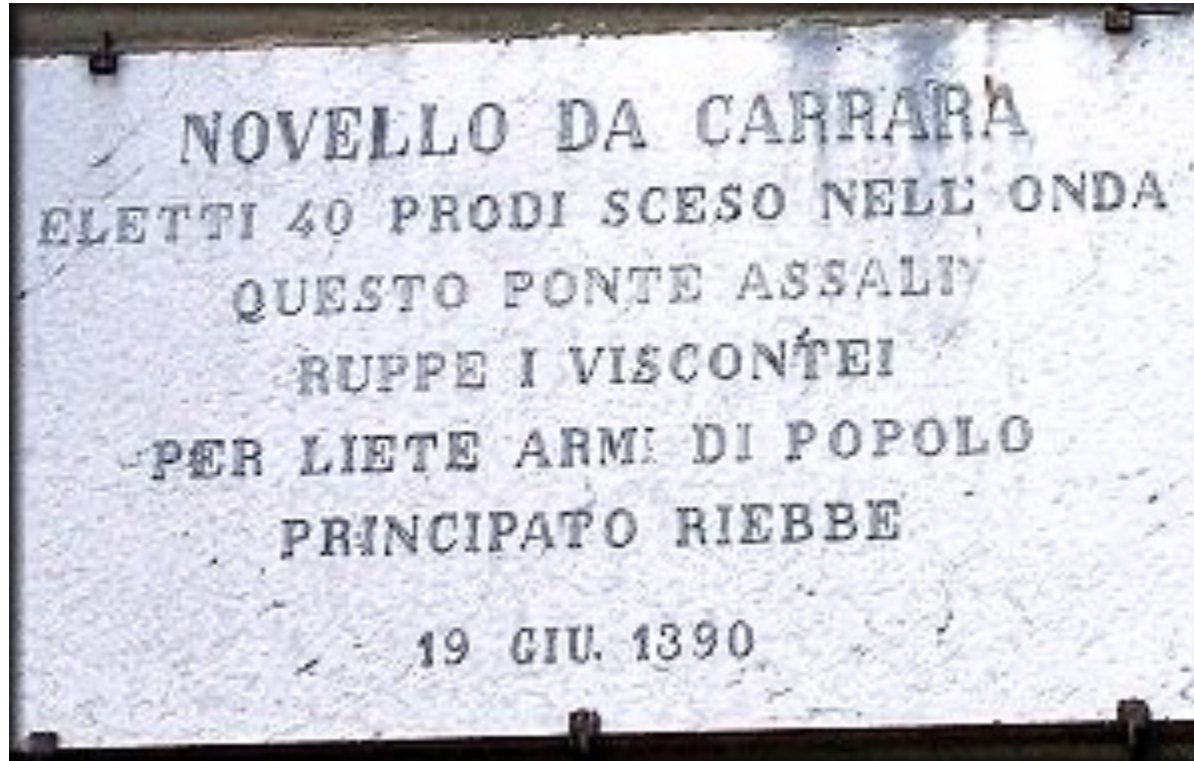


**POLONIUS *brevity is the soul of wit  
and tediousness the limbs and  
outward flourishes***

**Hamlet II,2**

**la concisione è il fulcro dell'intendere  
e la prolissità una sua escrescenza  
corporale in fronzoli**

**con poche parole**



**(140 caratteri: Tweet!)**

**ancora con meno...**

**PORTA ESPUGNATA  
EZZELINO VINTO**

**20 GIU. 1256**

**rischio...**

**LA STORIA  
FRA ITALIA E PAPATO  
POSE  
L'ARA DI MENTANA**



***“Je n'ai fait celle-ci plus longue que parce que je n'ai pas eu le loisir de la faire plus courte”***

**“Ti ho scritto [una lettera] più lunga solo perché non ho avuto il tempo di scriverne una più breve”**

**(da una lettera di Blaise Pascal a Pierre de Fermat)**

**la sinteticità richiede lavoro...**

# **i titoli dei contributi testuali devono**

- anticipare il contenuto**
- far capire l'importanza del testo**
- permettere una scelta ragionata se leggere o meno il testo, a seconda degli interessi**
- dare informazioni essenziali ai visitatori frettolosi**
- attirare l'attenzione sulle questioni cruciali**



# **attenzione ai titoli: rischi della sintesi**

***Si è spento l'uomo che si è dato fuoco***

**Giornale di Sicilia, 1998**

***In cinquecento contro un albero, tutti morti***

**La Provincia Pavese**

***Si avverte il pubblico che i giorni fissati per le morti sono il martedì e il giovedì***

**Ufficio Anagrafe di Reggio Calabria**

**contenuti**

*everything has to be made as simple as possible, but no more*

**Albert Einstein**

**occorre rinunciare a tentare di comunicare  
ciò che il visitatore non può comunque  
comprendere in modo corretto**

**la scienza va comunque rispettata**



**“L’universo ha 56 dimensioni,  
ma voi non potete capire”  
(A. Z.)**

**“Nella mostra va messa assolutamente  
questa ricerca:  
è impossibile da spiegare a non esperti  
ma è fondamentale”  
(scienziato padovano)**

## [78] Qui conta d'uno filosofo molto cortese di volgarizzare la scienza.

Fue uno filosofo, lo quale era molto cortese di volgarizzare la scienza a' signori, per cortesia, e ad altre genti.

Una notte li venne in visione che li pareva vedere le dee della scienza a guisa di belle donne: e stavano al bordello e davansi a chi le volea. Et elli vedendo questo si maravigliò molto e disse: "*Che è questo? Non siete voi le dee della scienza?*"

Et elle rispuosero: "*Certo sì.*" -- "*Com' è ciò? Voi siete al bordello?*" Et elle rispuosero: "*Ben è vero: perché tu se' quelli che vi ci fai stare!*"

Isvegliossi, e pensossi che volgarizzare la scienza si era menomare la deitade. Ritràsesine e pentési fortemente.

E sappiate che tutte le cose non sono licite a ogni persona.

*il Novellino (fine del duecento)*

# testi

- valorizzare gli aspetti storici e culturali
- mantenere lo spirito critico e autocritico della scienza
- evitare il culto della personalità
- evitare trionfalismi

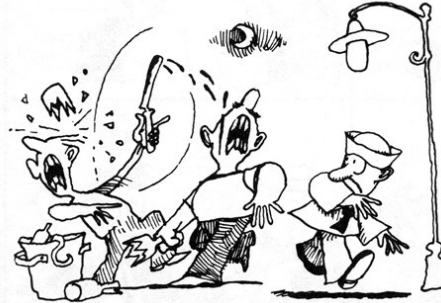


# la storia

- **aiuta a introdurre i concetti nuovi**
- **umanizza la scienza**
- **distrugge il mito del progresso lineare**
- **mostra il dibattito interno**
- **permette di raccontare “storie”**
- **contestualizza l’argomento particolare nel contesto scientifico globale e nell’ambito culturale generale**



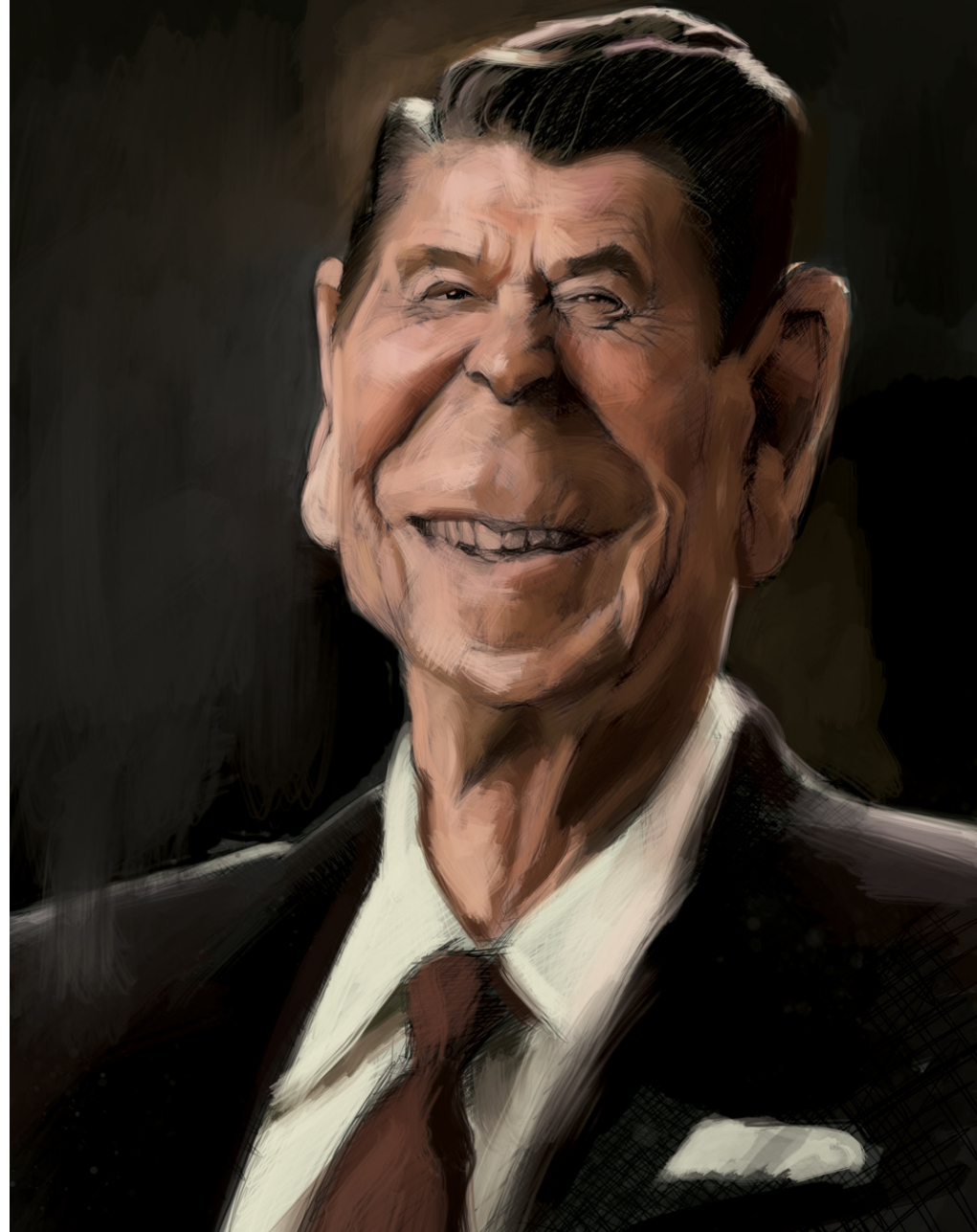
nessuna attira più  
che una buona  
storia



**tutti riescono a  
imparare dalle storie**

**He could only  
understand things if  
they were presented  
as a story; he could only  
explain something if he  
narrated it; he could  
only think about  
principles if they  
involved metaphor  
and analogy**

ILLER (work in progress)





# importanza di saper raccontare storie

Flavius Josephus  
Yodfat, 67 dC

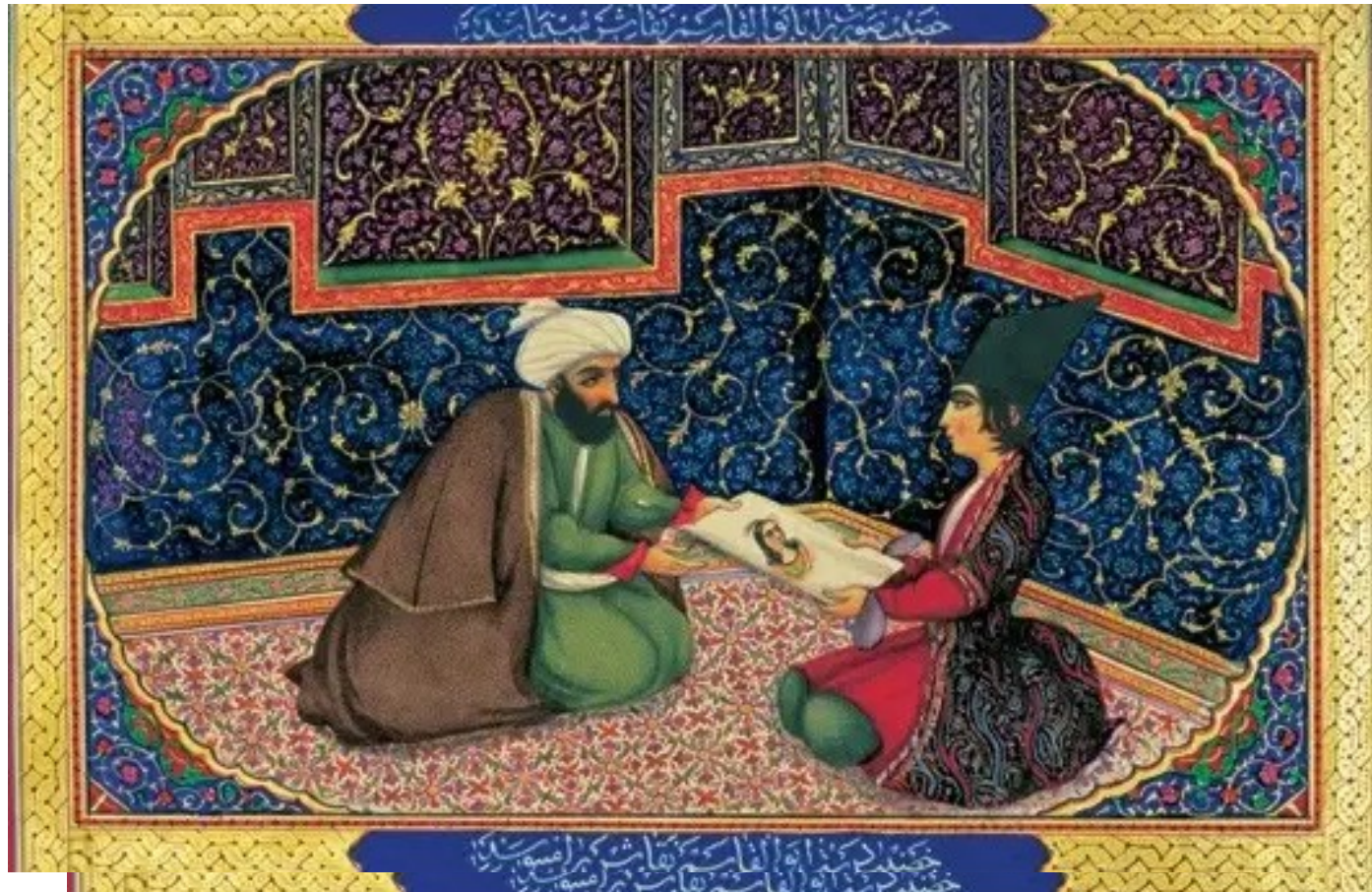




# importanza di saper raccontare storie

Shahrazād

شهرزاد



# importanza di saper raccontare storie

*Balzac et la petite  
tailleuse chinoise*  
Dai Sijie

**Luo Min**





**importanza di saper raccontare storie**

***in culo i soldi, una buona storia vale più di  
una vecchia tromba***





**importanza di saper raccontare storie**

***Who Killed the Iceman?***

***Clues Emerge in a Very Cold Case***

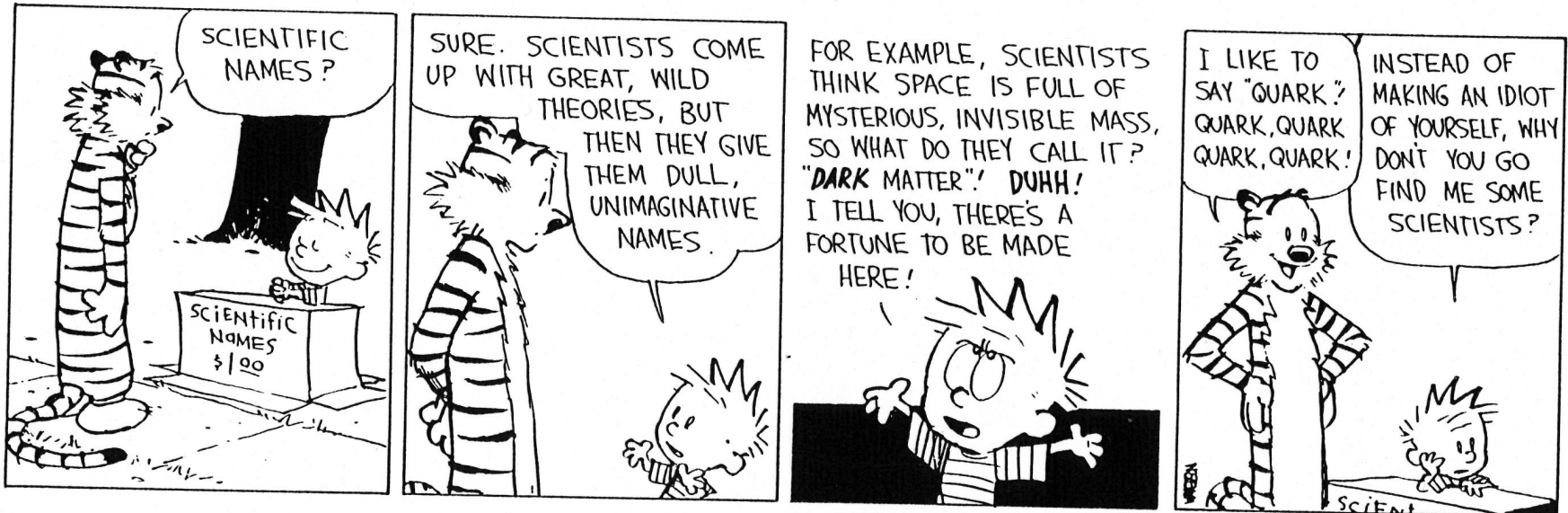
**Rod Norland, March 26, 2017    *The New York Times***





# testi

- formule e simboli speciali vanno lasciati agli specialisti
- possono comparire a scopo decorativo come immagini
- o venir impiegati per individuare i settori della mostra





# evitare i tecnicismi

- termini tecnici solo se esplicitati
- ma non inventare alternative

rinunciare a sfoggi di  
cultura non comprensibili  
dai destinatari



# **termini in una mostra d'arte:**

**vaso patorio, suppedaneo, stauroteca,  
armilla, kenosi, crioforo, clipeo, kinnor,  
aniconico, pistrice, oikoumene, eroti, paraste,  
psicopompo, bilicre, lipsanoteca,  
apotropaico, orbicolo, kantaros, strigilato,  
maphorion, anastasis, scianito ...**

**testi**

**occorre stare attenti ai problemi comunicativi  
insiti nell'uso di metafore e nella forzatura del  
linguaggio**





# **linguaggio scientifico/ linguaggio naturale**

- il linguaggio scientifico è fatto da scienziati per scienziati**
- col progresso delle scienze si allontana sempre più da quello naturale**
- linguaggi differenti anche se usano le stesse parole**
- esiste un ritorno dal linguaggio scientifico a quello naturale, ma impiega molto tempo**
- non è un problema di traduzione, perché le differenze di linguaggio coprono una differenza tra visioni del mondo**

**Leopoldo  
Bennacchio,  
*le parole del  
cielo***



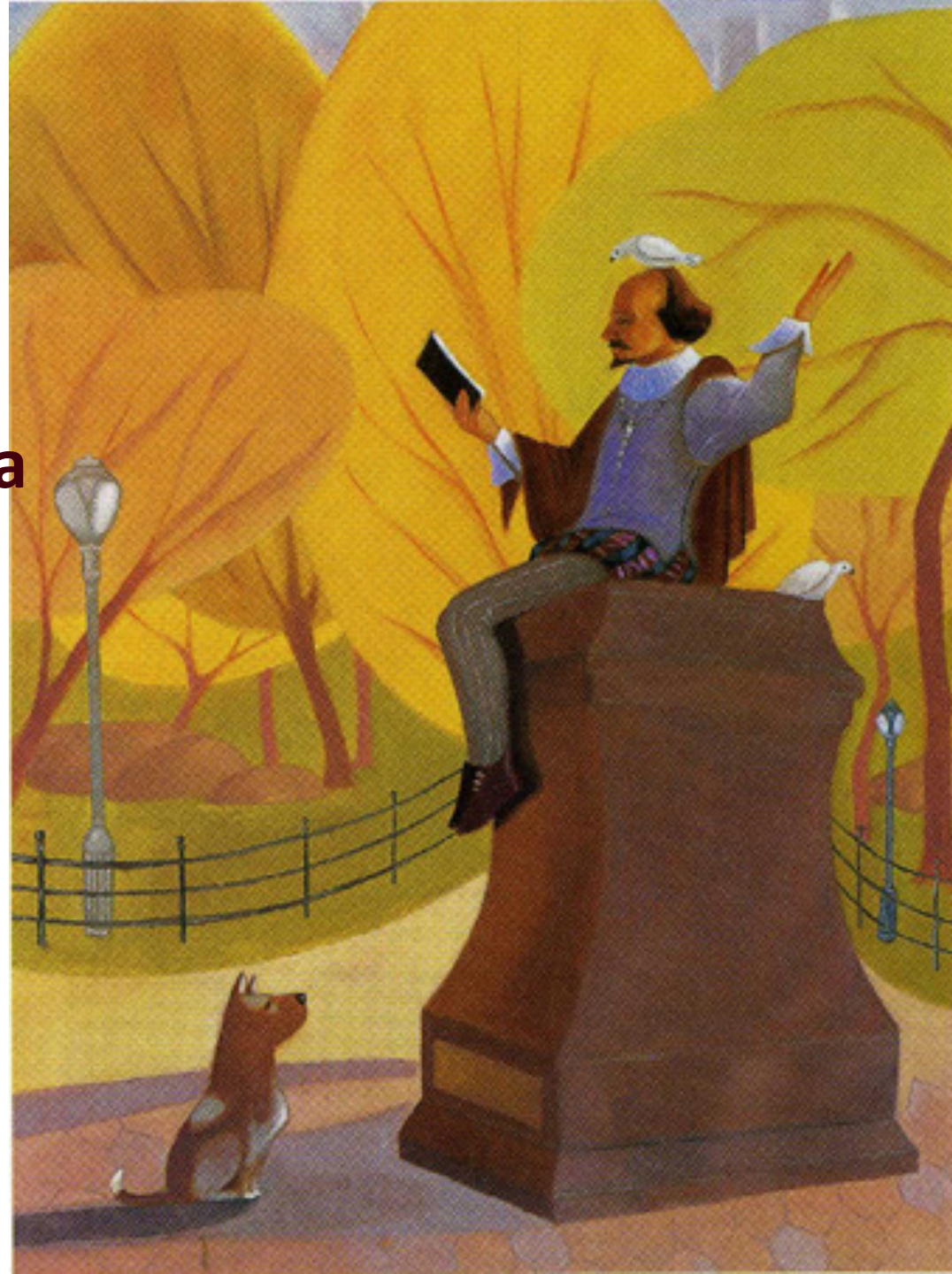
Sei stato strappato via dallo spettacolo delle stelle, il più bello che si possa avere nella vita.  
Sei stato portato via *de-sidera* e tu altro non fai che pensare a come riaverlo.

*DESIDERARE*



# testi

- la redazione finale di tutti i testi deve essere stesa dalla stessa persona (copywriter) con coerenza di stile
- la comprensibilità dei testi va verificata su un “visitatore campione”



# lingua della diffusione

**La lingua della divulgazione scientifica è una lingua speciale di secondo livello. Proviene dalle lingue delle scienze, ma se ne distacca, riavvicinandosi per alcuni aspetti alla lingua standard.**

**Il linguaggio scientifico perde alcune delle proprie caratteristiche, si avvicina alla lingua comune, utilizza la lingua comune come metalingua.**

**Pertanto, la divulgazione scientifica si scontra con la radicale differenza tra la lingua scientifica e la lingua comune.**

**Se la mira ultima è quella della chiarezza, l'esperienza insegna che questa va cercata anzitutto nell'individuazione e nell'ordinamento degli argomenti da trattare. Può diventare necessario rinunciare a rigore e completezza, se ciò viene bilanciato dalla capacità di suscitare interesse e coinvolgimento**

**Di ogni testo vanno valutati alcuni indicatori connessi – direttamente o indirettamente – al livello di leggibilità: segmentazione del testo in *token*, lemmatizzazione del testo, calcolo dell'indice Gulpease e confronto con il Nuovo Vocabolario di Base.**

**Il Vocabolario di Base raccoglie tre categorie di vocaboli:**

- i vocaboli fondamentali (i 1991 lemmi più frequenti nella lingua italiana)**
- i vocaboli di alto uso (i successivi 2750 lemmi più usati)**
- vocaboli di alta disponibilità (2337 lemmi noti a tutti anche se poco usati).**

# indice di leggibilità di un testo

L'indice di leggibilità più conosciuto per la lingua italiana è l'indice Gulpease, basato su due variabili linguistiche:  
la lunghezza delle parole e la lunghezza delle frasi.

Si calcola con la formula:

$$\text{Indice Gulpease} = 89 + (300 F - 10 L)/P$$

- F numero di frasi (o periodi) presenti nel testo
- L numero di lettere (o caratteri) presenti nel testo
- P numero di parole presenti nel testo

I risultati sono compresi tra 0 e 100, dove il valore "100" indica la leggibilità più alta e "0" la leggibilità più bassa.

- indice inferiore a 80 sono difficili per chi ha la licenza elementare
- indice inferiore a 60 sono difficili per chi ha la licenza media
- indice inferiore a 40 sono difficili per chi ha un diploma superiore.



# indice di leggibilità di un testo

Quando invece l'esigenza diventa informare il più grande numero possibile di persone su una tematica sensibile, si dovrebbe arrivare a una "lingua speciale di terzo livello", in cui si utilizzi la lingua standard – sia a livello lessicale sia a livello sintattico – per far passare pochi e selezionati concetti fondamentali. ☒ Bisognerebbe innanzitutto agire sul contenuto: sfrondando, semplificando, concretizzando i concetti e contestualizzandoli alla presunta sfera esperienziale della gente comune. Da un punto di vista lessicale, i termini scientifici, ridotti al minimo, andrebbero spiegati tramite glosse esplicative, parafrasi o metafore, che ricontestualizzino il sapere scientifico a livello delle conoscenze pregresse del pubblico. ☒ Da un punto di vista sintattico, andrebbero ricercati la paratassi, i verbi attivi e il tono informale, tipico della lingua parlata. Inoltre, dato che l'obiettivo principale è suscitare l'interesse del lettore, diventerebbe fondamentale l'estetica del testo, che invece è tipicamente ininfluyente nei testi scientifici

CALCOLA

RESETTA

**INDICE GULPEASE** 37

CULTURA SUPERIORE DIFFICILE

CULTURA MEDIA MOLTO DIFFICILE

CULTURA ELEMENTARE QUASI INCOMPRESIBILE

NUMERO FRASI 5

NUMERO PAROLE 146

NUMERO CARATTERI 1060

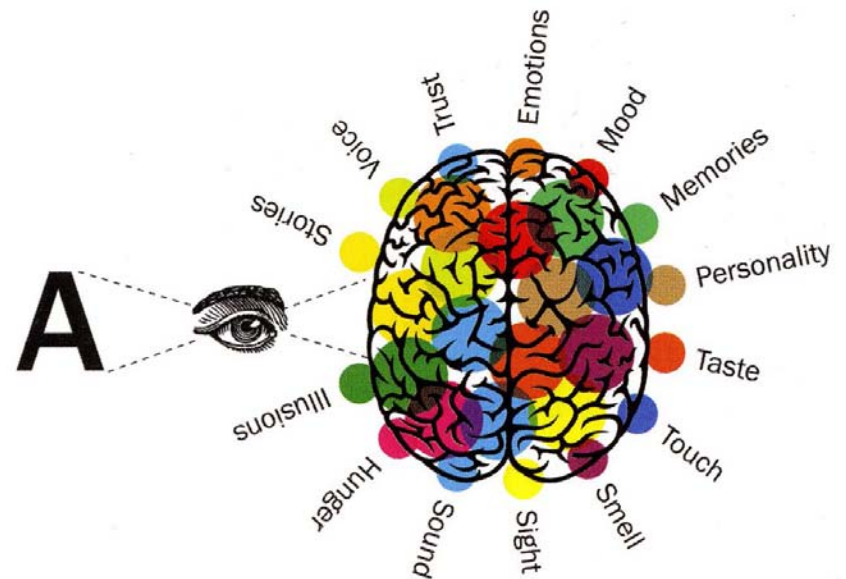
# testi

- redatti rispettando ortografia e grammatica
- senza ricercatezze linguistiche



# la scelta del carattere

- il carattere è sia funzionale che evocativo
- le forme e gli stili dei caratteri trasmettono informazione indipendentemente delle parole
- il carattere ha il potere di influenzare il significato
- il carattere crea una prima impressione immediata





# caratteri

- semplicità
- nitidezza
- leggibilità
- coerenza



**i caratteri con “grazia” sono più eleganti  
per una lettura agile vanno preferiti  
caratteri sans-serif  
- Google ha modificato lo stesso logo!**

Google™

Google



**attenti agli accostamenti di colore!**

**PORTA ESPUGNATA  
EZZELINO VINTO**

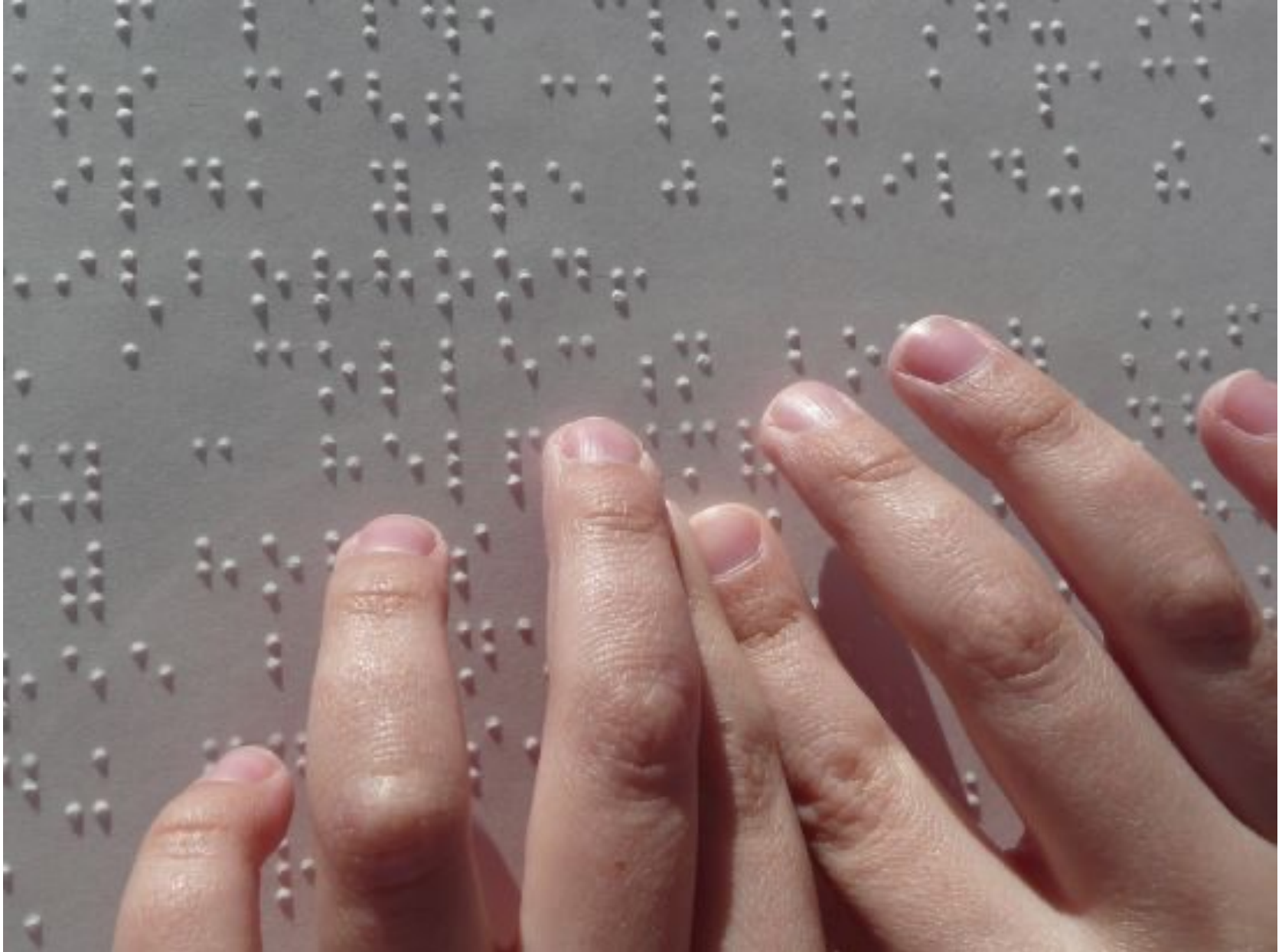
**20 GIU. 1256**

**PORTA ESPUGNATA  
EZZELINO VINTO**

**20 GIU. 1256**

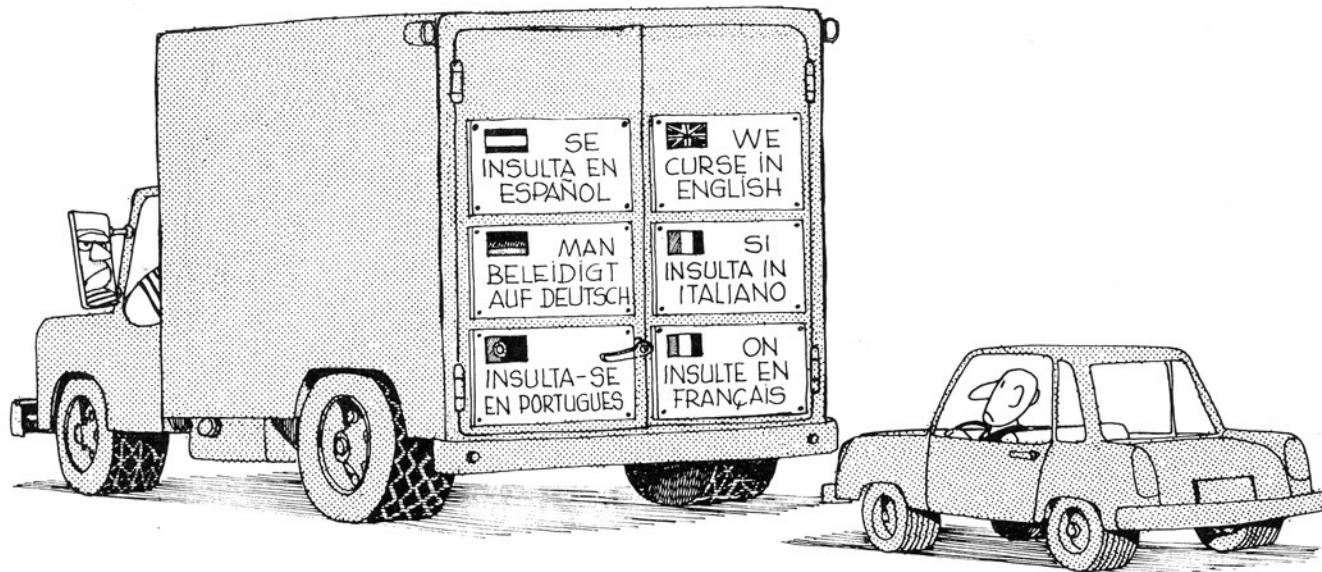


# ricordarsi dei visitatori “speciali”



# multilinguismo

- solo è indispensabile
- mai più di due lingue
- su supporti alternativi
- grafica chiaramente distinta  
(colori differenti ...)



**traduzioni**

**solo da indigeni esperti delle finzze  
linguistiche**

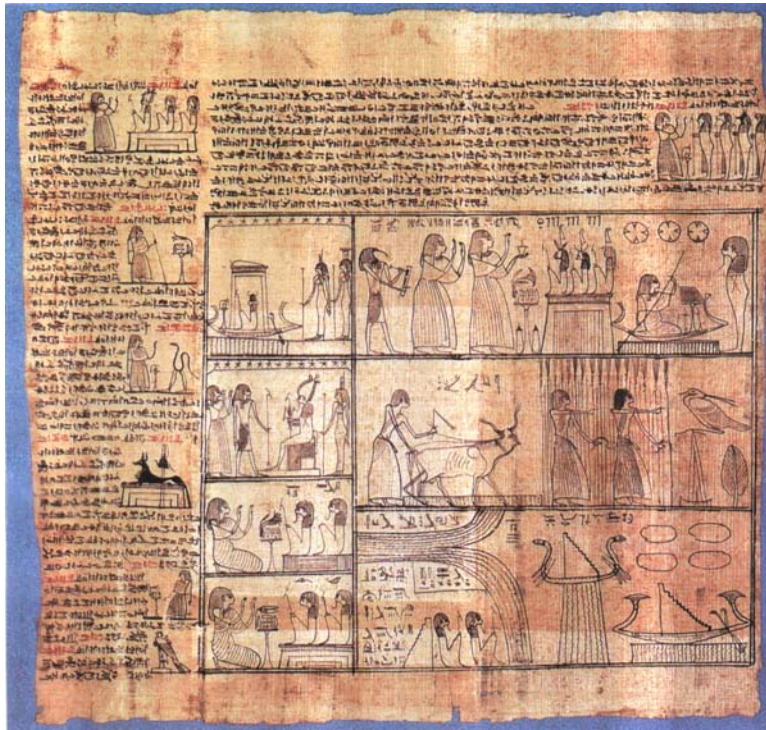


***Ich bin ein Berliner!***



# all'inizio c'erano i poster

- testo e immagini nello stesso contesto grafico
- evoluzione dei manifesti pubblicitari





# **archeologia: i poster prima della computergrafica (fino anni '90)**

- **impostazione grafica globale**
- **redazione dei testi/selezione delle immagini**
- **composizione dei testi e stampa su carta fotografica**
- **“taglio” delle immagini**
- **elaborazione dei disegni in litografia e stampa in scala**
- **internegativi delle foto**
- **montaggio dei testi e dei disegni sulla tavola**
- **foto della tavola**
- **inserimento dei negativi fotografici**
- **stampa su carta fotografica nelle dimensioni finali**
- **incollaggio su supporto rigido**

## ANTICO PIOMBO ROMANO PER LE RICERCHE PIU AVANZATE

Verso la metà del primo secolo A.C. una nave commerciale romana carica di una quantità eccezionale di piombo fonde naufragio presso l'isola di Mal di Ventre sulla costa sud-occidentale della Sardegna.

La scoperta del relitto ha immediatamente destato l'interesse dei fisici per l'eccezionale qualità del piombo antico quale materiale schermante per esperimenti di fisica estremamente delicati, quali la rivelazione dei neutroni emessi dal sole, il doppio decadimento beta o la ricerca della materia oscura dell'universo. Tutti questi esperimenti prevedono dei segnali tenuissimi, per cui si impone la massima protezione degli strumenti di misura per ottenere una efficace soppressione di segnali spuri prodotti da processi competitivi dovuti all'ambiente esterno, quali raggi cosmici, neutroni e raggi gamma.

I raggi cosmici carichi vengono notevolmente ridotti nei laboratori sotterranei, ma per eliminare anche le altre radiazioni del fondo occorrono schermi speciali.

Il piombo costituisce un materiale ideale, ma per esperimenti estremamente sensibili diviene critica anche la sua minima radioattività residua, dovuta al nuclide piombo-210 ad ai suoi discendenti nella catena radioattiva. Per questo è utile il piombo antico, che sia riuscito a smaltire una frazione considerevole dei contaminanti radioattivi, che hanno un tempo di dimezzamento di circa 22 anni, il piombo della nave romana si annuncia di enorme interesse per gli oltre 2000 anni di età e la protezione fornita da 30 metri di acqua, che ha costituito un ottimo schermo anche dai neutroni ambientali e dai resti radioattivi dispersi nell'atmosfera dagli esperimenti nucleari e dal risauro di Chernobyl.



Ricepiero di lingotti di piombo della nave romana scoperta presso l'isola sarda di Mal di Ventre. Ogni lingotto porta punzonate il nome del fabbricante. Il piombo è risultato di bassissima radioattività intrinseca e quindi ideale per schermare esperimenti fisici estremamente delicati.

Se al fisico sta a cuore la disponibilità dei lingotti di piombo a bassa radioattività per gli esperimenti, agli archeologi interessa lo studio della nave per molti aspetti unici, e del carico di oltre 1000 lingotti, ciascuno del peso di 33 kg (circa 100 libbre romane) e punzonate con il marchio del fabbricante: il nome che appare con maggior frequenza è quello della famiglia dei Pontiliani della tribù Fabia.

È stato così promosso un accordo fra l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare e la Soprintendenza Archeologica di Cagliari per scavi sotterranei in cambio della disponibilità di parte del carico per esperimenti da svolgersi al Laboratorio del Gran Sasso; inoltre, a supporto degli studi archeologici, verrà eseguita un'analisi elementare di parte dei lingotti e creato un archivio elettronico di tutto il materiale recuperato.

Questa collaborazione fra fisici ed archeologi permetterà un uso non convenzionale dei beni archeologici e darà modo alla tecnologia metallurgia romana di contribuire ad alcune delle più affascinanti ricerche della fisica contemporanea.



Spettro della radiazione gamma di un campione del piombo della nave romana a confronto con quello del piombo attuale. La radioattività del piombo romano, misurata da un gruppo di fisici di Milano, è praticamente nulla, corrispondendo con il fondo dell'apparato di misura.



Uno dei lingotti del relitto romano con i marchi di fabbrica della società dei Pontiliani.

per poster  
primordiali

# poster

- equilibrio testo/immagine
- coerenza grafica
- collocazione a portata del visitatore
- non farsi travolgere dall'*horror vaqui*





ΧΡΙΣΤΟΣ ΚΑΙ ΤΑ ΑΓΓΕΛΙΑ ΤΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΤΗΣ ΣΑΡΕΜΜΟΥ ΤΩ ΒΙΟΜΕΔΙ









# INFN

## Understanding Nature from Quarks to the Cosmos

### Experiments at INFN laboratories are exploring the frontiers of knowledge with cutting-edge detectors and technology



Fundamental research in these areas requires the use of cutting-edge technologies and instrumentation, which the INFN develops both in its own laboratories and in collaboration with the world of industry.

The National Institute for Nuclear Physics (INFN) is the Italian Public Agency dedicated to the study of the fundamental constituents of matter, and conducts theoretical and experimental research in the fields of nuclear, particle, astroparticle and theoretical physics. It is furthermore committed to technology research and to the dissemination of the scientific culture.



INFN is also devoted to the promotion of its acquired skills and know-out, toward other fields of research, such as medicine, art, environment and others. Results of these applications have often effected the wider daily common life scenery and become of great social utility.

All activities are conducted in close collaboration with all major Universities.

INFN was founded in 1951 by groups of researchers from the Universities of Rome, Padua, Turin, and Milan, with the intent of taking over and continue the scientific tradition established during the 1930's by Enrico Fermi and his school, with their theoretical and experimental research in nuclear physics.



Laboratori Nazionali di Legnaro



Laboratori Nazionali del Gran Sasso



Laboratori Nazionali di Frascati



Laboratori Nazionali del Sud



Currently INFN workforce consists of about 2000 employees, almost 2000 university researchers involved in the activities carried out by the Institute, and 1300 young researchers, including undergraduate and graduate students as well as research fellows.



Istituto Nazionale di Fisica Nucleare



日本における  
イタリア  
2007・春  
PRIMAVERA  
ITALIANA  
TEMA IN CHIAPPARE



# ILO

Industrial Liaison Officer: un servizio dell'INFN per l'industria italiana

Il CERN di Ginevra è il principale laboratorio europeo per la fisica delle particelle elementari. Il CERN spende annualmente per forniture industriali circa 272 milioni di euro; il ritorno all'industria italiana nel 2001 è stato di circa il 98 milioni di euro.

L'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) è l'agenzia che rappresenta l'Italia al CERN ed ha istituito l'ufficio dell'Industrial Liaison Officer per favorire la partecipazione dell'industria italiana alle commesse del CERN.

contatti: ilo@pd.infn.it  
pagine: www.pd.infn.it/~centroilo\_web/web\_ilo.html

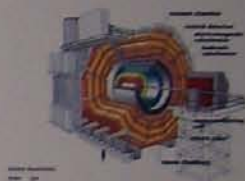
Sistema dell'acceleratore CERN in costruzione al CERN

Particolari dettagliati sperimentazioni in programma per il nuovo acceleratore LHC del CERN

Nel tunnel di LHC 27 km di raggio super conduttivo

Stadio di test per gli esperimenti al CERN

Modello aereo per identificazione neutrone del CERN di Ginevra, costruito dal Istituto di Fisica



INFN is now organized in 20 Divisions (sezioni) geographically distributed, sited at local University Physics Department. 4 Laboratories whose facilities are used by the national and international scientific community and 1 Center for Computing and Communication Technology.



VIRGO  
European Gravitational Observatory



### trasformAZIONI

Le svariate forme dell'energia e i modi per recuperarla

#### IDENTITÀ DELLA ENERGIA

La produzione di energia elettrica avviene attraverso diverse fasi: la generazione, la trasmissione e la distribuzione. La generazione avviene in centrali elettriche che convertono diverse fonti di energia in elettricità. La trasmissione avviene attraverso linee ad alta tensione, mentre la distribuzione avviene attraverso reti di media e bassa tensione.



### NULLA SI CREA

La materia e l'energia non si creano né si distruggono, ma solo si trasformano.



La legge della conservazione dell'energia afferma che l'energia non si crea né si distrugge, ma solo si trasforma. Questo significa che l'energia totale in un sistema isolato rimane costante.



### NULLA SI DISTRUGGE

La materia non si crea né si distrugge, ma solo si trasforma.



La legge della conservazione della materia afferma che la materia non si crea né si distrugge, ma solo si trasforma. Questo significa che la massa totale in un sistema isolato rimane costante.



### TUTTO SI TRASFORMA

La materia e l'energia si trasformano continuamente.



La trasformazione dell'energia avviene attraverso diverse fasi: la generazione, la trasmissione e la distribuzione. La generazione avviene in centrali elettriche che convertono diverse fonti di energia in elettricità.



### Rifiuti

ognuno ha la sua strada...



La gestione dei rifiuti è un processo complesso che coinvolge diverse fasi: la raccolta, il trasporto, il trattamento e lo smaltimento. La raccolta avviene attraverso servizi di raccolta rifiuti, mentre il trasporto avviene attraverso camion e camioncini.





## Sorgenti di onde gravitazionali



Vi sono molteplici sorgenti di onde gravitazionali e tutte coinvolgono fenomeni cosmici in cui enormi masse subiscono grandi accelerazioni: una stella di neutroni asimmetrica che ruota su se stessa, una stella molto massiccia che collassa ed esplosa in supernova prima di spegnersi definitivamente, la fusione di un buco nero, la radiazione veloce di cui derivano i rami bianchi o buchi neri che spiraleggiano l'uno attorno all'altro, fino al loro abbraccio. In un unico oggetto, interazioni di buchi neri con stelle vicine.

Questi processi deformano la struttura dello spazio-tempo e liberano energia che si propaga nel cosmo come onda gravitazionale. Ognuno di essi genera un segnale con specifiche caratteristiche di frequenza e ampiezza.

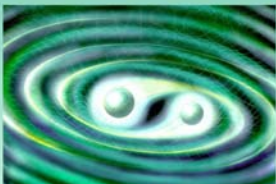
Onde gravitazionali "fossili" sono state prodotte nel "big bang" e nelle transizioni primordiali dell'universo. In questo caso l'emissione di radiazione gravitazionale non è direttamente associabile al moto di singole masse, bensì all'espansione accelerata dello spazio-tempo stesso.



Un evento di supernova nella galassia NGC2553



Rappresentazione artistica di onde gravitazionali da una supernova



Rappresentazione artistica di onde gravitazionali da un sistema binario

## Telescopi interferometrici per onde gravitazionali



Le onde gravitazionali distorcono lo spazio-tempo: al passaggio di un'onda, la distanza fra due punti prefissati aumenta o diminuisce. Le variazioni sono piccolissime: un centesimo delle dimensioni di un atomo sulla distanza della terra al sole e un miliardo di volte ancora più piccola in un rivelatore di qualche chilometro. La misura di tale minima variazione di distanza può essere affrontata ricorrendo al fenomeno dell'interferenza di due fasci di luce.

Un interferometro per onde gravitazionali consiste in cavità ottiche risonanti lunghe qualche chilometro con specchi agli estremi; due fasci di luce laser prodotti da una stessa sorgente percorrono molteplici cammini ottici fra gli specchi e vengono ricombinati con uno sfasamento tale che nel rivelatore non arriva luce. La variazione di lunghezza del cammino ottico, prodotta da un'onda gravitazionale che abbia modificato la distanza fra gli specchi, comporta un parziale sfasamento dei fasci e quindi un'alterazione nell'intensità luminosa che viene osservata, proporzionale all'ampiezza dell'onda.



Specchi della cavità ottica dell'interferometro di Virgo montati sul loro primo di supporto



Schema dell'interferometro di Virgo



Tavolo di iniezione del laser di LIGO

## Una intensa campagna di osservazioni ...



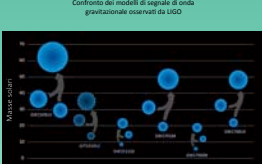
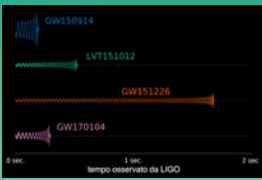
Dopo l'evento del 14 settembre 2015, classificato come GW150914 dalla data della sua scoperta, altre osservazioni sono state fatte dai due interferometri di LIGO. I segnali hanno permesso di risalire alla massa e alla distanza dei due buchi neri che si sono fusi insieme.

Tutte le scoperte fatte da LIGO-Virgo, compresa quella a più basso livello di confidenza (LVT151012) puntano a una popolazione di buchi neri, originati dalla fusione del sistema binario, di massa più grande di 20 masse solari. Valori così elevati non erano mai stati osservati in precedenza.

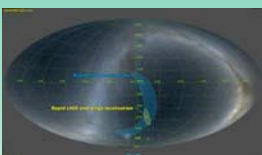
L'entrata in funzione il 1 agosto 2017 dell'antenna gravitazionale Virgo, nella sua versione a più alta sensibilità, a fianco dei due interferometri LIGO ha permesso di ridurre di un fattore 20 il volume del cielo che può includere la sorgente di onde gravitazionali.

In questo modo è stato possibile restringere la regione del cielo che contiene l'ultimo evento osservato (GW170814) a dimensioni di soli 60 gradi quadrati: una localizzazione 10 volte migliore rispetto a quella realizzabile con i soli interferometri LIGO.

Nella fusione dei due buchi neri, avvenuta nella costellazione di Eridano (emisfero australe), si è creato un unico oggetto di 53 masse solari mentre 3 masse solari sono state convertite in energia sotto forma di onde gravitazionali che hanno investito la Terra il 14 agosto 2017 alle 10:30 del mattino.



La nuova popolazione di buchi neri le cui masse, dopo il processo di fusione, raggiungono valori mai osservati



Localizzazione nel cielo di GW170814

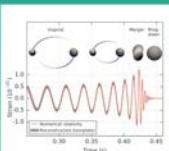
## 1,3 miliardi di anni fa: due buchi neri collidono!



I fasci hanno determinato che le onde gravitazionali rivelate il 14 settembre 2015 sono state prodotte nell'ultima frazione di secondo del processo di fusione di due buchi neri in un unico buco nero più massiccio. Questo processo era stato previsto ma mai osservato prima.

Alla conclusione si è giunti confrontando in dettaglio la struttura del segnale con le previsioni, secondo la relatività generale, della forma delle onde gravitazionali emesse da possibili sorgenti. L'analisi ha individuato la causa nella fusione di due buchi neri, di massa equivalente a circa 29 e 36 masse solari, in un unico buco nero ruotante di circa 62 masse solari: le 3 masse solari mancanti al totale della somma sono state trasformate nell'energia delle onde gravitazionali emesse. I due buchi neri, prima di fondersi, hanno spiraleggiato, per poi scontrarsi a una velocità di circa 150.000 km/s, la metà della velocità della luce.

L'evento è accaduto a circa 410 megaparsec da noi, e risale quindi a circa 1,3 miliardi di anni fa, quando sulla Terra facevano la loro comparsa le prime cellule evolute in grado di utilizzare l'ossigeno.



Previsione teorica del segnale osservato a Hanford dell'onda gravitazionale emessa nella fusione di due buchi neri



Simulazione della fase finale di fusione di due buchi neri

## 14 settembre 2015 ore 11:50:45 prima osservazione di onde gravitazionali



Una nuova finestra sul cosmo è stata spalancata dalla collaborazione LIGO-Virgo rivelando per la prima volta le onde gravitazionali prodotte da un cataclisma avvenuto nell'universo profondo e osservate dagli interferometri gemelli LIGO.

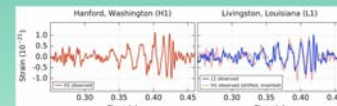


La sala di controllo di LIGO

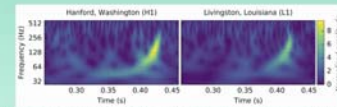
Nell'interferometro l'evento ha generato un segnale della durata di circa un quarto di secondo estremamente diverso dal rumore di fondo: è stato osservato prima a Hanford e, 7 millisecondi dopo, anche a Livingston. Questo sfasamento corrisponde esattamente al tempo necessario perché l'onda percorra i 3000 km fra i due laboratori.

Il segnale presenta una variazione crescente sia in intensità che in frequenza per poi spegnersi rapidamente. Se fossero onde acustiche, le frequenze del segnale (comprese fra 35 e 350 Hz) sarebbero nel campo delle nostre capacità uditive.

L'identificazione con un'onda gravitazionale è stata accertata escludendo ogni possibile alternativa grazie a un attento studio durato alcuni mesi.



I segnali osservati il 14 settembre 2015 nell'interferometro a Hanford e a Livingston 7 ms dopo. A conferma dell'identità del segnale, sul grafico a destra è riportato in rosso anche il segnale di Hanford opportunamente sfasato in tempo e invertito per tener conto del differente orientamento dei due interferometri



La variazione in frequenza del segnale nei due laboratori LIGO. L'intensità è espressa in una scala di colore

## Onde gravitazionali: uno sguardo nuovo sull'universo



Per conoscere l'universo e la sua evoluzione occorre poter "leggere" tutti i messaggi che esso ci invia. Le onde gravitazionali possono ora contribuire in modo significativo i segnali cosmici finora indagati, cioè onde elettromagnetiche e particelle, migliorando la comprensione di quello che già conosciamo fornendo la possibilità di scoperte del tutto inattese.

Telescopi per onde gravitazionali permettono di estendere lo studio dei processi più drammatici del cosmo, anche quelli che non emettono altre radiazioni e quindi altrimenti sconosciuti. Le onde gravitazionali non vengono distorte nella loro propagazione e possono darci un'immagine nitida anche di zone ove l'osservazione con onde elettromagnetiche è alterata o preclusa.

Un risultato ancora più fondamentale dell'astrofisica gravitazionale è una migliore conoscenza della stessa natura dello spazio e del tempo.

La storia ci insegna che ogni nuovo strumento di osservazione della natura ha permesso scoperte assolutamente impensate che hanno arricchito la nostra conoscenza e che spesso hanno rivoluzionato la nostra immagine del mondo.



Cluster di galassie remote Abell 1885



L'universo osservato a differenti lunghezze d'onda



# la forza del vuoto e del silenzio

- la portata drammatica delle pause
- “slow exhibition”
- mostra senza parole



# il silenzio delle sirene

Ora, le Sirene hanno un'arma ancora più terribile del canto, il silenzio. Non è accaduto, ma si potrebbe pensare che qualcuno si sia salvato dal loro canto, ma certo non dal loro silenzio.




Al sentimento di averle sconfitte con la propria forza, al conseguente orgoglio che travolge ogni cosa, nessun mortale può resistere.



*Franza Fafka*





Villa Pisani, Strà – Venezia  
20 Marzo – 10 Ottobre 2004

## **Dal Cielo all'Universo**

**Il grande Viaggio tra Astronomia,  
Astrofisica e Spazio**

**Il Messaggio della  
Luce**

**Immagini per capire**

B 21, B 23, B 22, B20

ngc 2207 interact    ngc 3314

ngc 4650            cen A ottico

ngc 6745



Dal Cielo all'Universo  
allestimento comunicativo/ limonaia Villa Pisani



**nella produzione dei poster conviene  
separare testo e immagini**

- si possono valorizzare separatamente  
senza interferenze grafiche**
- ammettono modifiche più economiche**
- i testi diventano intercambiabili in  
lingue differenti per mostre itineranti**

**NEMO:  
un progetto interdisciplinare  
di ricerca sottomarina**

NEMO (Neutrino Mediterranean Observatory) sarà la tecnologia per neutrino sismico. Questo particolare strumento negli ultimi metri lampi di luce per rivelazione Čerenkov che NEMO potrà captare circa a 10.000 fotomoltiplicatori disposti su un reticolo di 1 km x 2000 m di profondità sul fondo del Mediterraneo. Inoltre NEMO si propone come sistema di monitoraggio ambientale per investigare livelli di interesse geologico, in complementarietà con altre stazioni ad alta profondità e con il monitoraggio in prossimità della costa.

Dal punto di vista ingegneristico e tecnologico, NEMO costituisce una sfida senza precedenti. Diversi aspetti di questo progetto richiedono un attento studio e progettazione che verrà effettuato in stretta collaborazione con le imprese che poi provvederanno a costruirlo. Per questo motivo, NEMO si avvale dell'apporto di gruppi industriali operanti nel campo delle installazioni marine e sottomarine. I quali vedono in questa attività la possibilità di espandere le proprie competenze e possibilità di operazione a dimensioni di progetto ancora maggiori di quanto finora realizzate. Infine, le operazioni di installazione e di intervento sull'apparecchio permetteranno di sviluppare esperienza sia anche a scopi di protezione civile.

Il progetto NEMO quindi comporta una attività interdisciplinare in cui convergono interessi scientifici, di natura sia antropica che geologica, nonché interessi certamente ingegneristici e tecnologici, di cui beneficerà anche il sistema produttivo nazionale.

**NEutrino Mediterranean Observatory**



Impianto NEMO in costruzione di fronte alla costa di Genova. In alto: il reticolo sismico sottomarino di NEMO.



Schemi del progetto NEMO.  
L'11.000 fotomoltiplicatori in disposizione sul fondo del Mediterraneo. In alto: il reticolo sismico sottomarino di NEMO. In basso: il veicolo che potrà essere utilizzato per il progetto NEMO.

**Tecniche nucleari per l'arte**

La moderna scienza per l'arte nasce con la scoperta dei raggi X e della radioattività alla fine del secolo scorso. La radiografia è la prima tecnica per rivelare reperti nascosti di un'opera d'arte. Le tecniche di misura della radioattività forniscono la possibilità di datare reperti archeologici.

Analisi per attivazione neutronica e protonica hanno aperto la strada a studi di provenienza di reperti fittizi, in particolare del basino del Mediterraneo. La determinazione di elementi caratteristici di un sito geologico, contenuti nei reperti, si può risalire al luogo di provenienza, consentendo di riconoscere con precisione e certezza di sesso, la finta rete di scambio di oggetti artistici e merceologici avvenuti tra le civiltà appartenenti ad un dato bacino culturale.

Le attuali tecniche facili di analisi e di osservazione permettono agli studiosi di arte ed ai restauratori della conservazione e del restauro un crescente di nuove possibilità, dalla scoperta dell'origine reale di un'opera d'arte ad una precisa diagnosi del suo stato di salute, alla ricostruzione della lavorazione di un'artista.

Gruppi di Catania, Firenze e Roma dell'INFN hanno sviluppato varie tecniche di analisi non distruttive, e strumentazioni portatili di tipo avanzato per esaminare accuratamente anche i beni artistici irrimediabili.



Il frammento del codice P. 16.27 della Biblioteca Mediceo-Laurenziana di Firenze, durante le analisi NEMO, al Laboratorio INFN di Firenze per individuare materiali impiegati per il disegno color della miniatura.

Studi di cariche grafiche con un analizzatore portatile sviluppato al Laboratorio Nazionale del Sud-Catania.

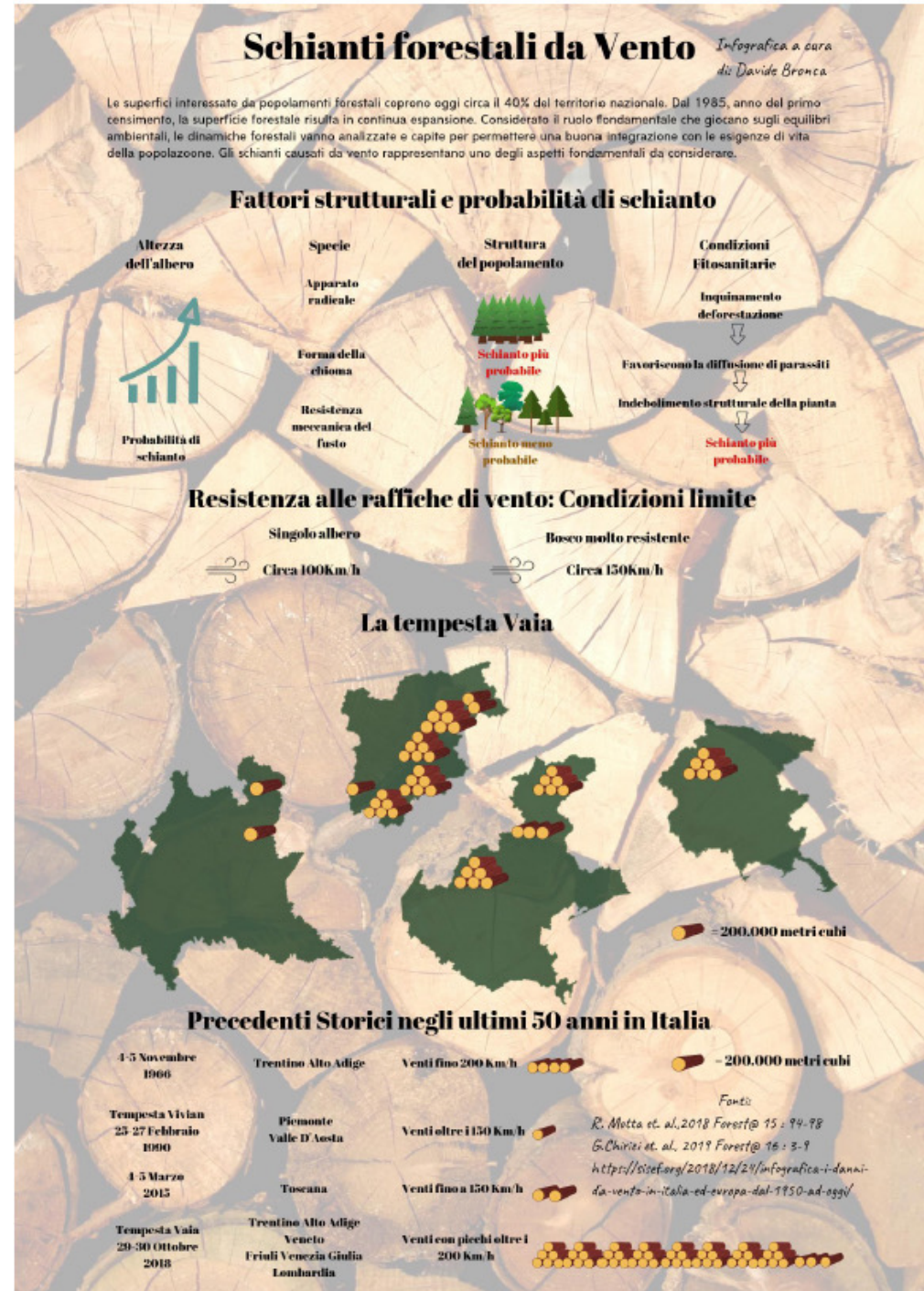
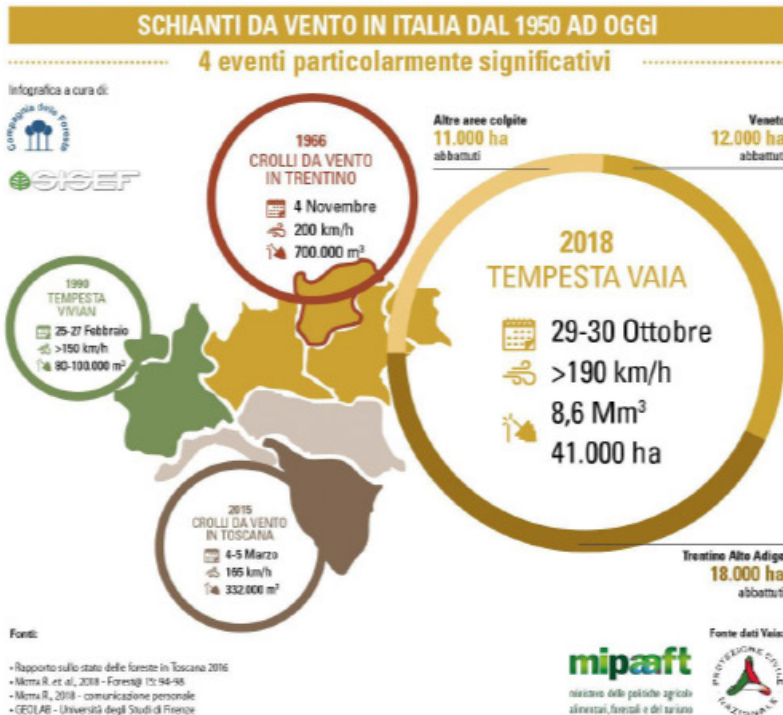






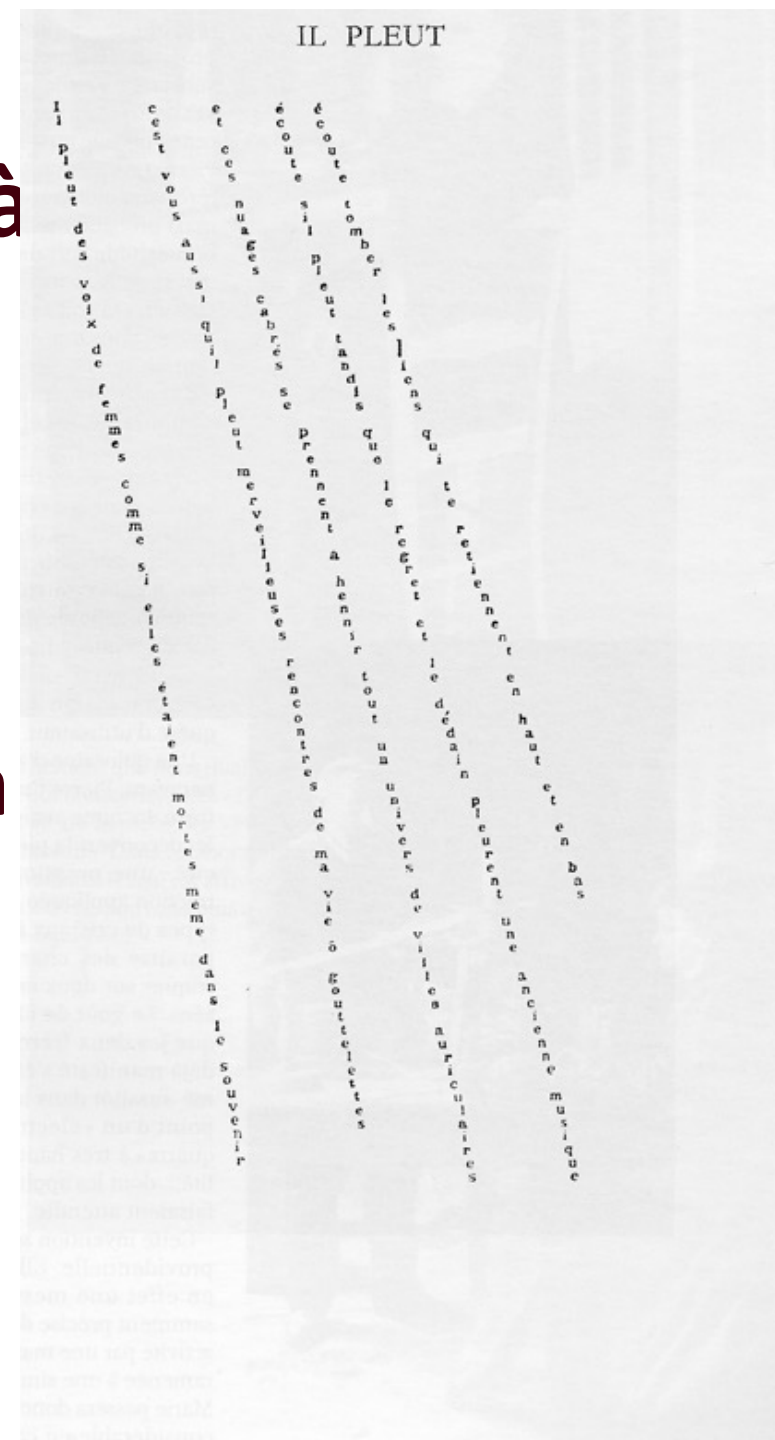
# infografica

# poster di nuova generazione

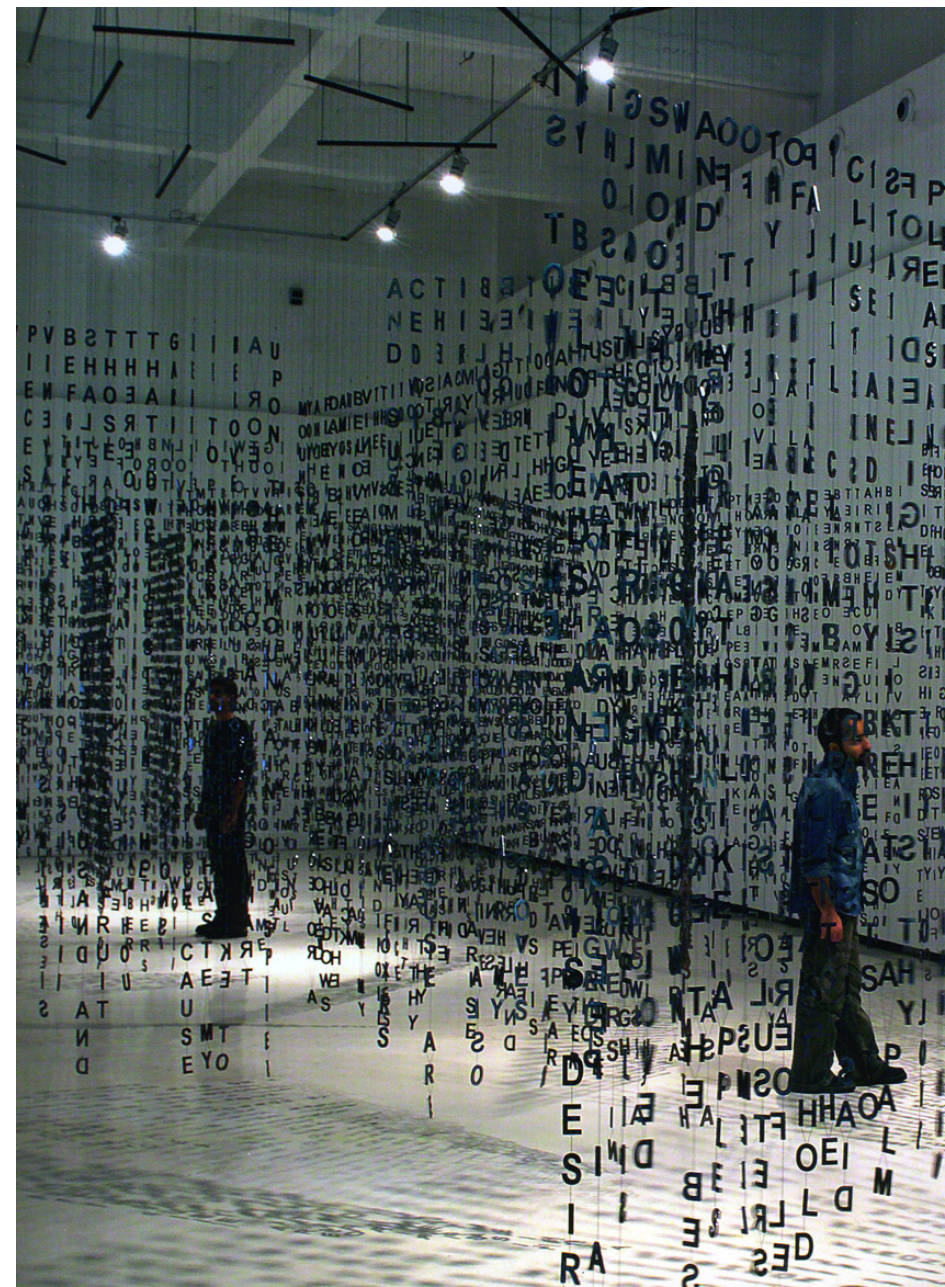


# oltre i poster testi e immagini in libertà

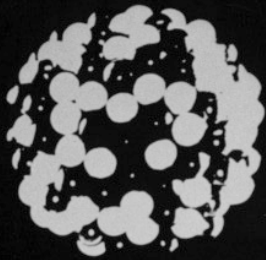
- il testo scritto è un'immagine, può essere un oggetto
- il testo diviene parte della scenografia
- è necessaria una stretta collaborazione con il grafico e l'architetto



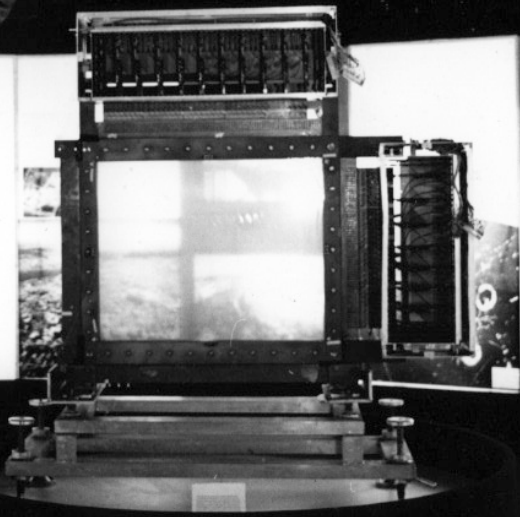


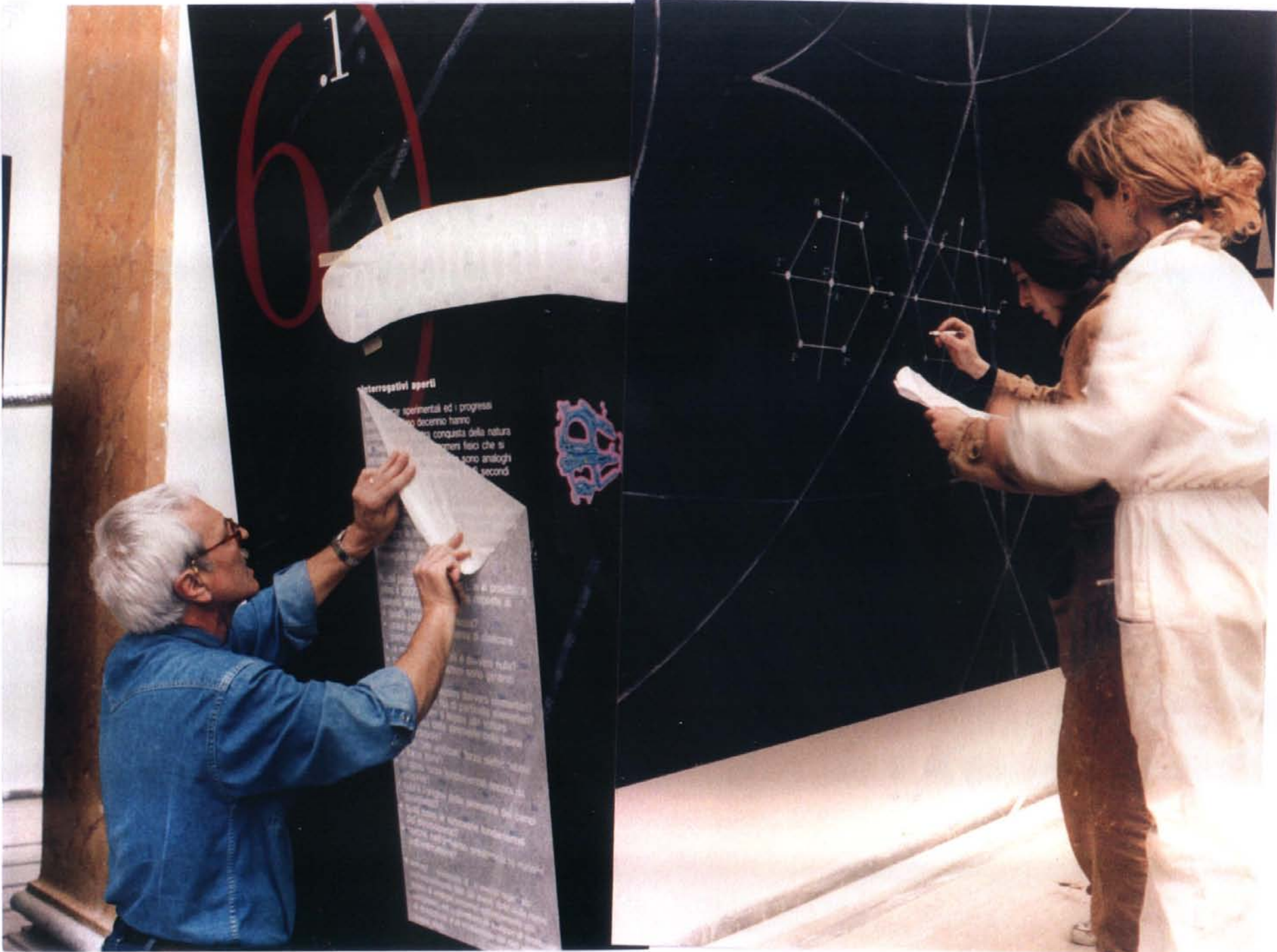






The large-scale development of nuclear reactors in the United States was a result of the efforts of the Atomic Energy Commission, the National Atomic Energy Commission, and the Atomic Energy Commission. The Atomic Energy Commission was established in 1946, and the National Atomic Energy Commission was established in 1954. The Atomic Energy Commission was the first federal agency to be created by the Atomic Energy Act of 1946. The National Atomic Energy Commission was the first federal agency to be created by the National Atomic Energy Act of 1954. The Atomic Energy Commission was the first federal agency to be created by the Atomic Energy Act of 1946. The National Atomic Energy Commission was the first federal agency to be created by the National Atomic Energy Act of 1954.







## : una questione di dose

ella naturale, le radiazioni  
one ha il compito di escludere  
poste.

ono da molti altri fattori:  
hanno lo stesso effetto  
ivo, sono più sensibili della tiroide,  
ta in un tempo breve è più  
periodo più lungo  
sempio, rafforza gli effetti nocivi

ori limite per l'esposizione a dosi  
fizici. Nell'Unione Europea sono

adiazioni ionizzanti: 100 mSv in  
un singolo anno.

osi che ricevono effettivamente la  
dei lavoratori in aree esposte.



## Radioattività per la salute



Uno delle sue origini, il fatto naturale fa sempre parte della complessità con  
le applicazioni mediche. È uno dei grandi progressi medici che ha reso  
possibile il trattamento per la cura delle diverse forme del cancro  
senza il uso di farmaci. Il ruolo della radiazione nella medicina consiste in  
fondamentale strumento.

Nei paesi sviluppati vengono usati come traccianti per studiare il percorso biologico  
di molte cellule patologiche, come i tumori, e per distinguere tessuti sani  
da tessuti malati.

Si impiegano per trattare il carcinoma (PT) tramite nuove quantità di  
radiazioni ionizzanti e il mal di schiena (dolore) e così, senza  
farmaci e senza chirurgia, si può gestire l'infiammazione acuta.

Per la cura oncologica, si utilizzano soprattutto radiazioni per "curare" molti  
di tumori e in particolare per gli altri organi, con l'obiettivo di  
ridurre il dolore e per prolungare la vita del paziente.

Si utilizzano a scopo diagnostico (radiografia per il tumore) e per il  
trattamento di tumori e di alcune malattie da accendere per la cura dei  
tumori e di alcune malattie infettive. Tutte queste tecniche hanno  
una lunga storia e sono state e vengono sviluppate continuamente a progressi  
della medicina.

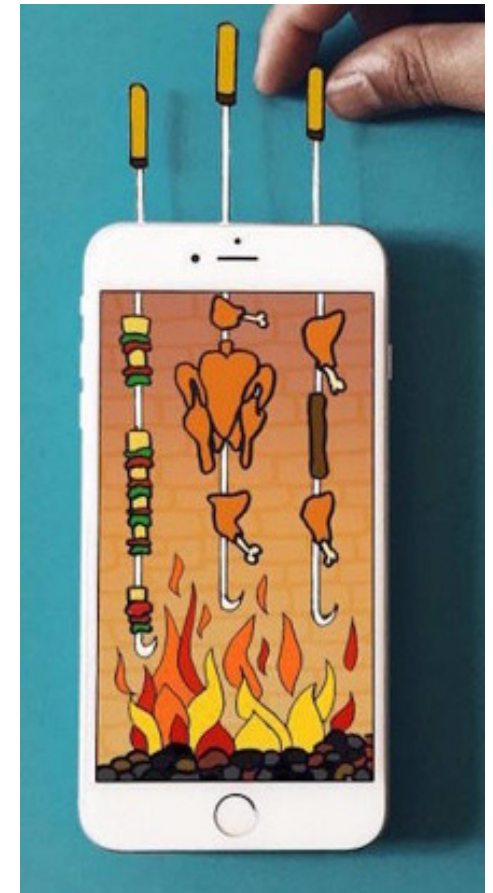
Una complessa e moderna dipende in larga parte dal progresso della scienza  
che ha permesso di sviluppare in modo preciso.

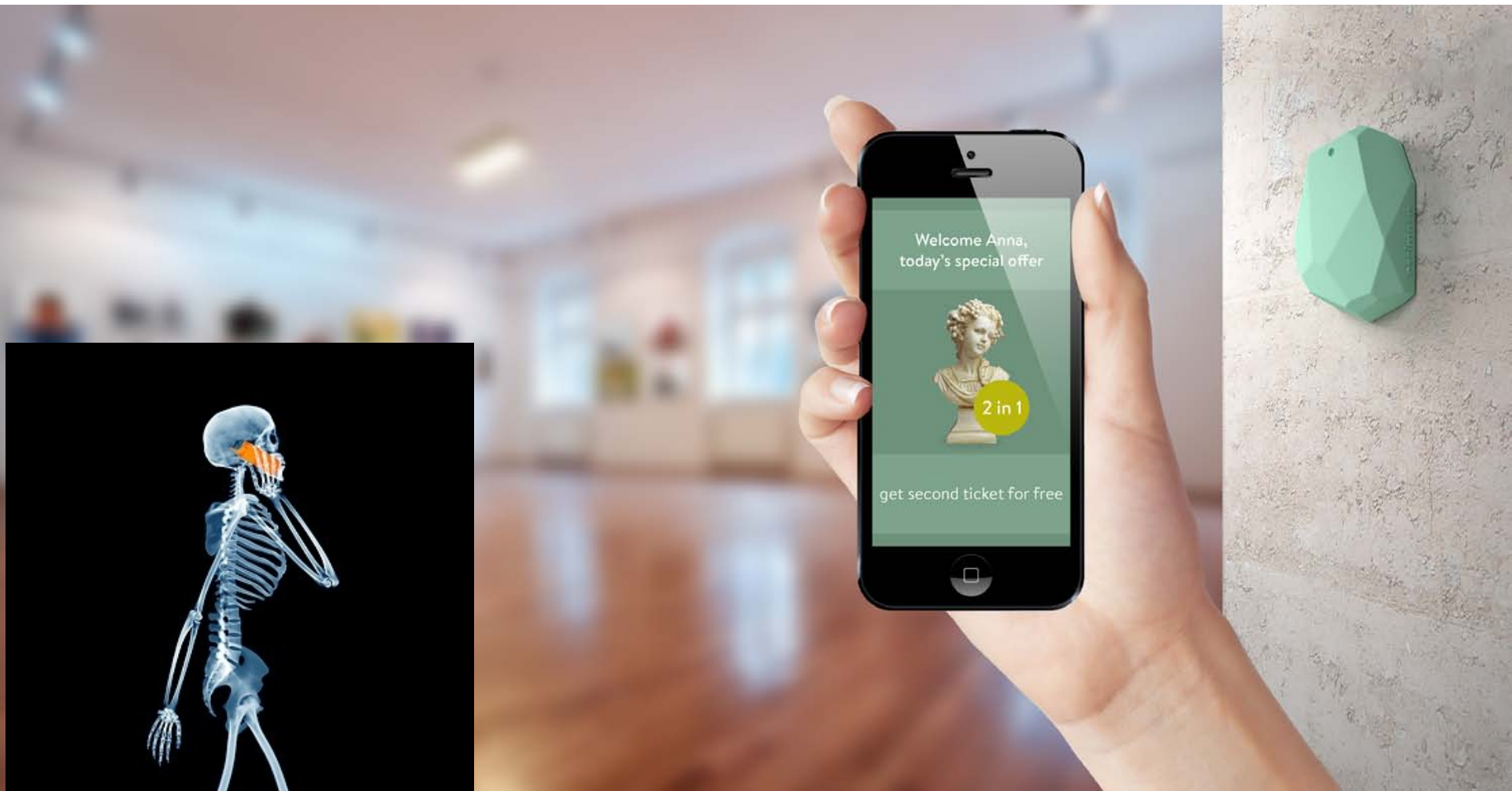


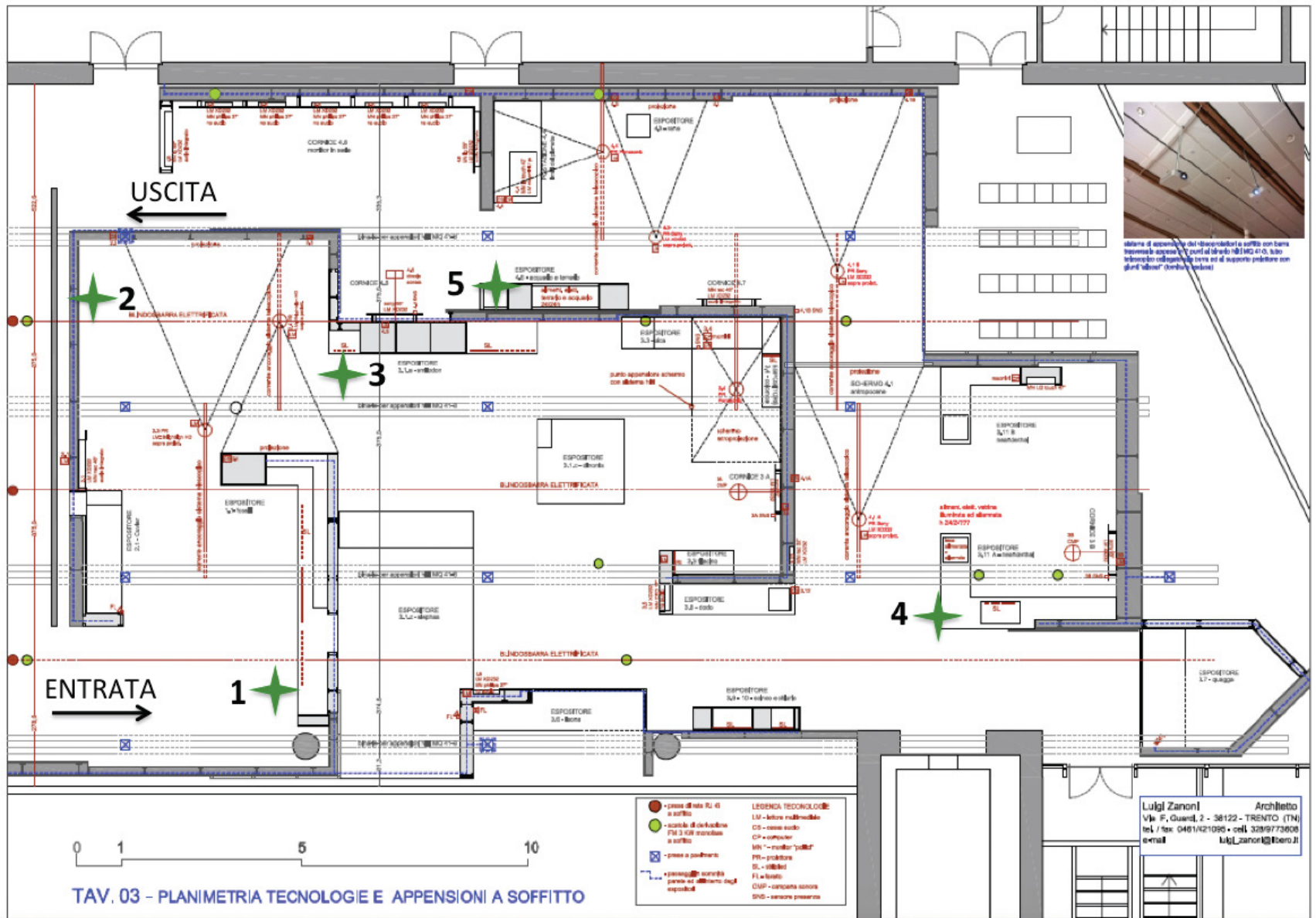


# oltre i poster, beacon

- piccoli emettitori che rilevano la presenza dei dispositivi mobili dell'utente e attivano i contenuti relativi al reperto [testi, immagini, audiovisivi], sfruttando la *Bluetooth Low Energy*, tecnologia che trasmette dati o informazioni a bassa potenza
- possono monitorare le attività dei visitatori
- contenuti possono venir modificati o aggiornati
- richiedono un'App specifica







collocazione di beacon in una mostra





*"We also offer video guides, if you don't want to walk around the museum."*

**attenti ai pigri**



[pascolini@pd.infn.it](mailto:pascolini@pd.infn.it)  
<http://perlascienza.eu>

 @apascolini